Adviescommissie Nationaal Groeifonds

EXPERT RAPPORTEN EERSTE BEOORDELINGSRONDE 2021 – R&D&I

Inhoudsopgave

- Beoordeling ecosysteembenadering
  Dialogic
- Additionaliteitsrisico van de voorstellen
  Invest-NL
  PwC
- De wetenschappelijke aspecten, de governance en samenhang van de kennisontwikkelingsprogramma's en de relaties met de kennisgebruikers van de voorstellen.
  NWO
- De effecten op CO2-uitstoot en luchtkwaliteit van het voorstel Groenvermogen
  PBL
- Analyse en beoordeling van de voorstellen
  RVO
- Beoordeling onderbouwing bbp-effect
  SEO
- Analyse van de strategische onderbouwing van het bbp-effect
  TNO
- Internationaal perspectief op de voorstellen
  Ben Voorhorst
  Coby van der Linden
  Guido Burkard
  Mario Ragwitz
  Ontario RegMed Institute: Duncan Stewart en Sandra Donaldson
  Philipp Slusallek
  Roger McKinlay

Beoordeling Ecosysteembenadering

Resultaten

Arthur Vankan
Matthijs Janssen
29 januari 2021

dialogic
innovatie • interactie

Opbouw document

A. Introductie
B. Te beantwoorden vragen
C. Methode
D. Samenvatting (relatieve beoordeling)
E. Beoordeling individuele voorstellen
    A. Quantum Delta
    B. Groenvermogen
    C. AiNed
    D. LSH – Health-RI
    E. LSH – RG-pilotfabriek
    F. Foodswitch

A. Introductie

- Vijf ingediende Groeifonds-voorstellen op het gebied van R&D&I
- De voorstellen worden beoordeeld op diverse onderdelen, waaronder de kwaliteit van de gebruikte 'ecosysteemanalyse'
- Dialogic geeft, als onderdeel van de 'deskundigenpool', een onafhankelijk oordeel over de gebruikte ecosysteemanalyses
- In dit document wordt dus geen oordeel geveld over de ecosystemen zelf, maar over de ecosysteemanalyses. Kort gezegd: **wordt goed uitgelegd en onderbouwd hoe het ecosysteem afgebakend is, welke uitdagingen aanwezig zijn en waarom de voorgestelde aanpak het ecosysteem versterkt**?
- In dit document worden de conclusies van de analyse gepresenteerd, welke gebaseerd zijn op het voorstel zelf, en niet op basis van andere/aanvullende communicatie tussen de indieners en anderen.
- Deze beoordeling van de ecosysteemanalyses velt geen oordeel over de doelmatigheid van de voorstellen (de relatie tussen de omvang van de aangevraagde middelen en de omvang van verwachte effecten).

B. Te beantwoorden vragen

1. Is het ecosysteem op een logische manier geanalyseerd en afgebakend?
2. Is voldoende onderbouwd wat de sterktes en zwaktes zijn?
3. Vloeien de activiteiten die worden voorgesteld op een logische manier voort uit de sterkte/zwakte-analyse?
4. Is het voldoende aannemelijk gemaakt dat de activiteiten bijdragen aan een beter ecosysteem en zijn er relevante doelen en KPI's op dit vlak gedefinieerd?

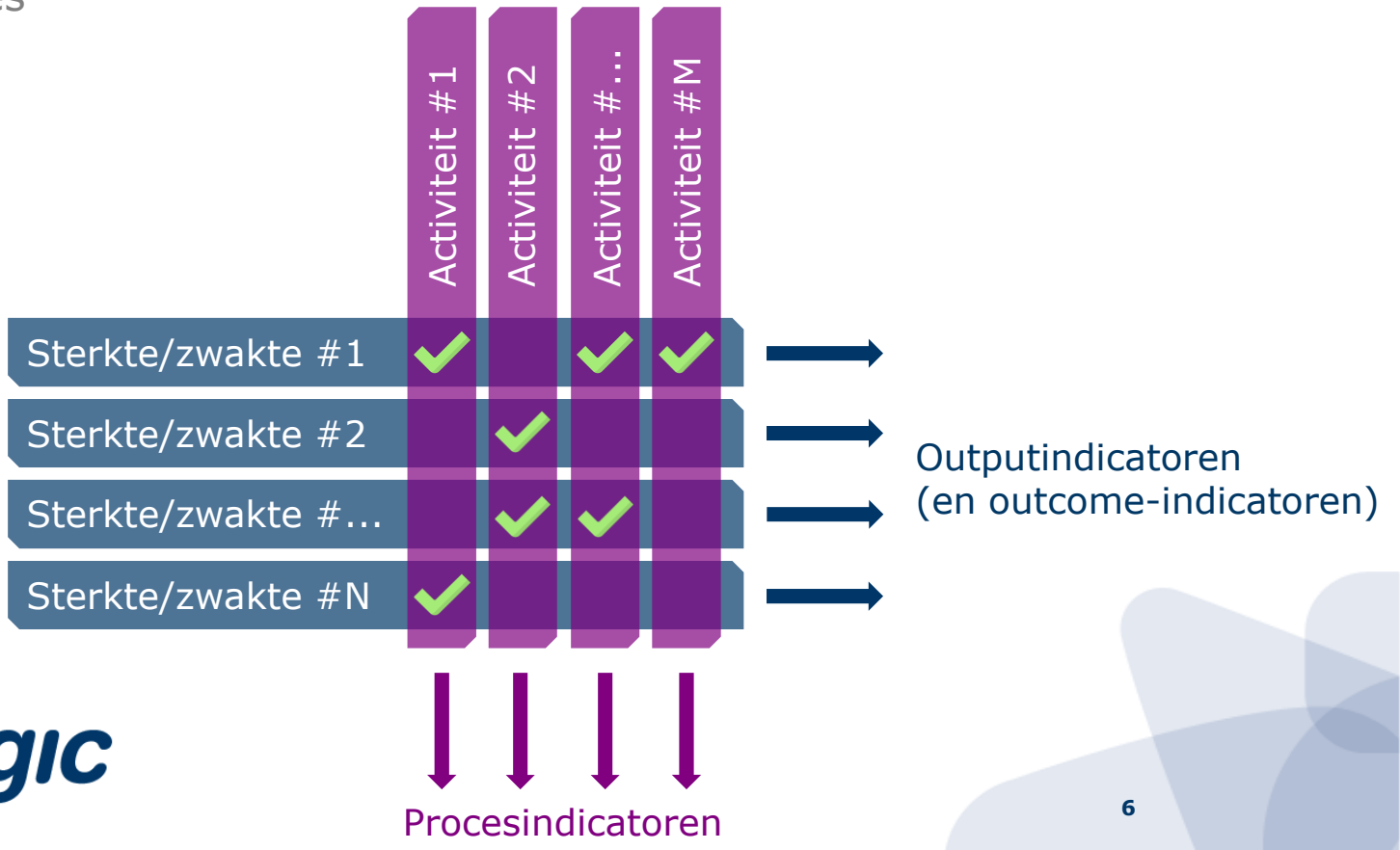
C. Methode (vraag 1 en 2)

1. Voor vraag 1 specifiek gekeken naar:
   - Wordt het ecosysteem op een logische manier beschreven aan de hand van betrokken spelers (‘wie’) en/of inhoud en thema’s (‘wat’)?
   - Wordt beschreven en onderbouwd hoe het ecosysteem zich verhoudt tot andere aanpalende (deel)ecosystemen op regionaal, nationaal en internationaal niveau?

2. Voor vraag 2 specifiek gekeken naar zowel:
   - Sterktes en zwaktes van het ecosysteem als geheel
   - Sterktes en zwaktes van elementen van het ecosysteem

C. Methode (vraag 3 en 4)

3. Beoordeeld of activiteiten logisch voortvloeien uit uitdagingen (sterktes en zwaktes)
4. Zijn KPI's logisch gekoppeld aan corresponderende output (en outcome) en proces

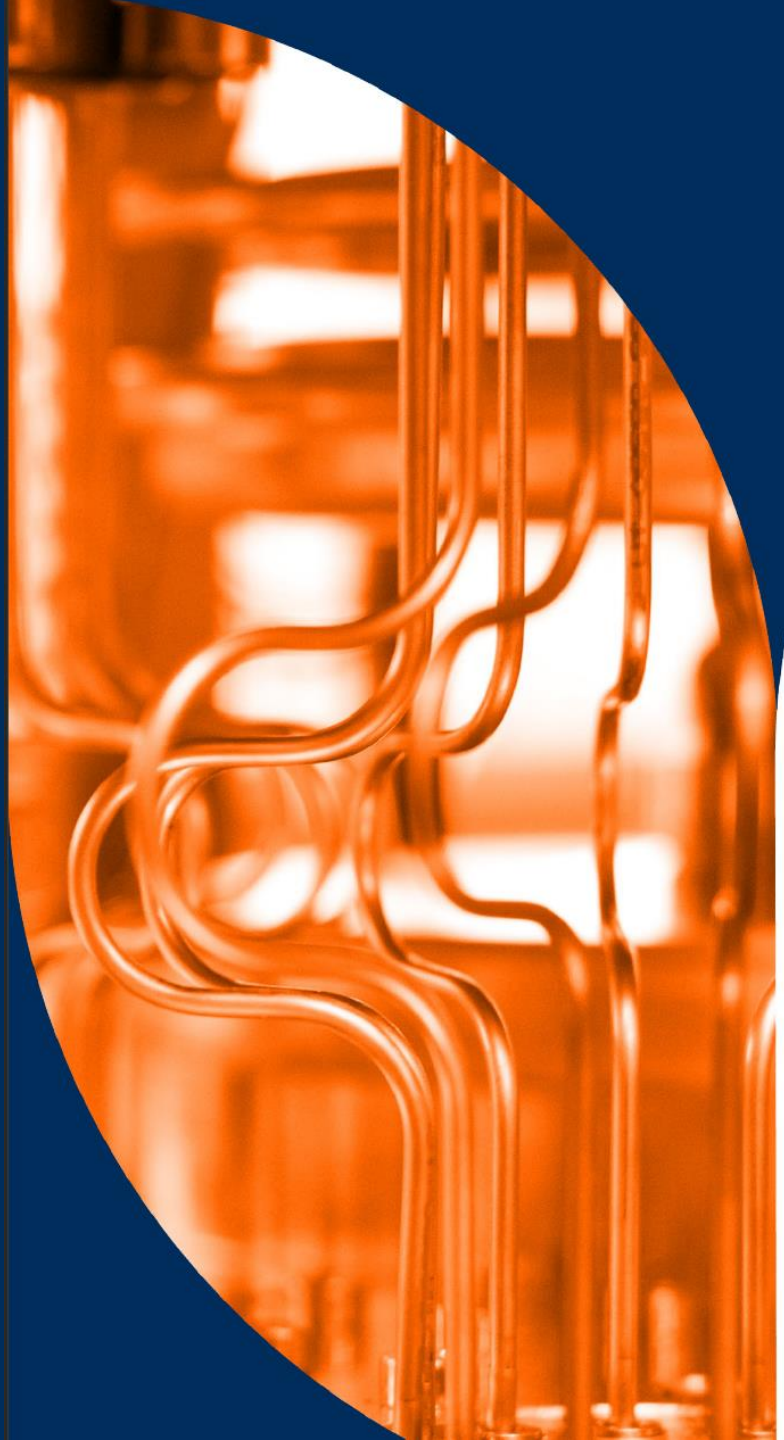


dialogic
innovatie • interactie

D. Samenvatting (relatieve beoordeling)

Voorstel	1. Afbakening	2. Sterktes /zwaktes	3. Koppeling met activiteiten	4. Bijdrage en KPI's
Quantum Delta	+	++	++	+
Groenvermogen	++	++	+	+/-
AiNed	++	+	+	+
LSH – Health-RI	+/-	++	+	+/-
LSH – RG-pilotfabriek	+	+/-	+	+/-
Foodswitch	+/-	-	-	+/-

dialogic
innovatie • interactie



Quantumdelta Nederland

Projectvoorstel voor het Nationaal Groeifonds

1. Is het ecosysteem op een logische manier geanalyseerd en afgekaderd?

- Het ecosysteem wordt duidelijk beschreven in termen van zowel betrokken spelers (‘wie’) als thema’s/onderwerpen (‘wat’).
- In het voorstel is expliciet aandacht voor de relatie tussen regionale (deel)ecosystemen, het nationale ecosysteem en de relatie met het internationale ecosysteem.
- De betrokkenheid van bedrijven in de governance lijkt, ondanks de status en fase van het ecosysteem, relatief beperkt
- In het voorstel wordt de relatie met ecosystemen buiten quantumtechnologie weinig belicht

2. Is voldoende onderbouwd wat de sterktes en zwaktes zijn?

- In het voorstel wordt duidelijk beschreven welke sterktes en zwaktes het ecosysteem kent, en verwijst hierbij ook naar externe rapportages.
- In het voorstel wordt voor veel, doch niet alle, sterktes en zwaktes inzicht gegeven in de oorsprong ervan.
- In het voorstel wordt duidelijk beschreven waarom bepaalde zwaktes cruciaal zijn voor de doorontwikkeling van het ecosysteem.

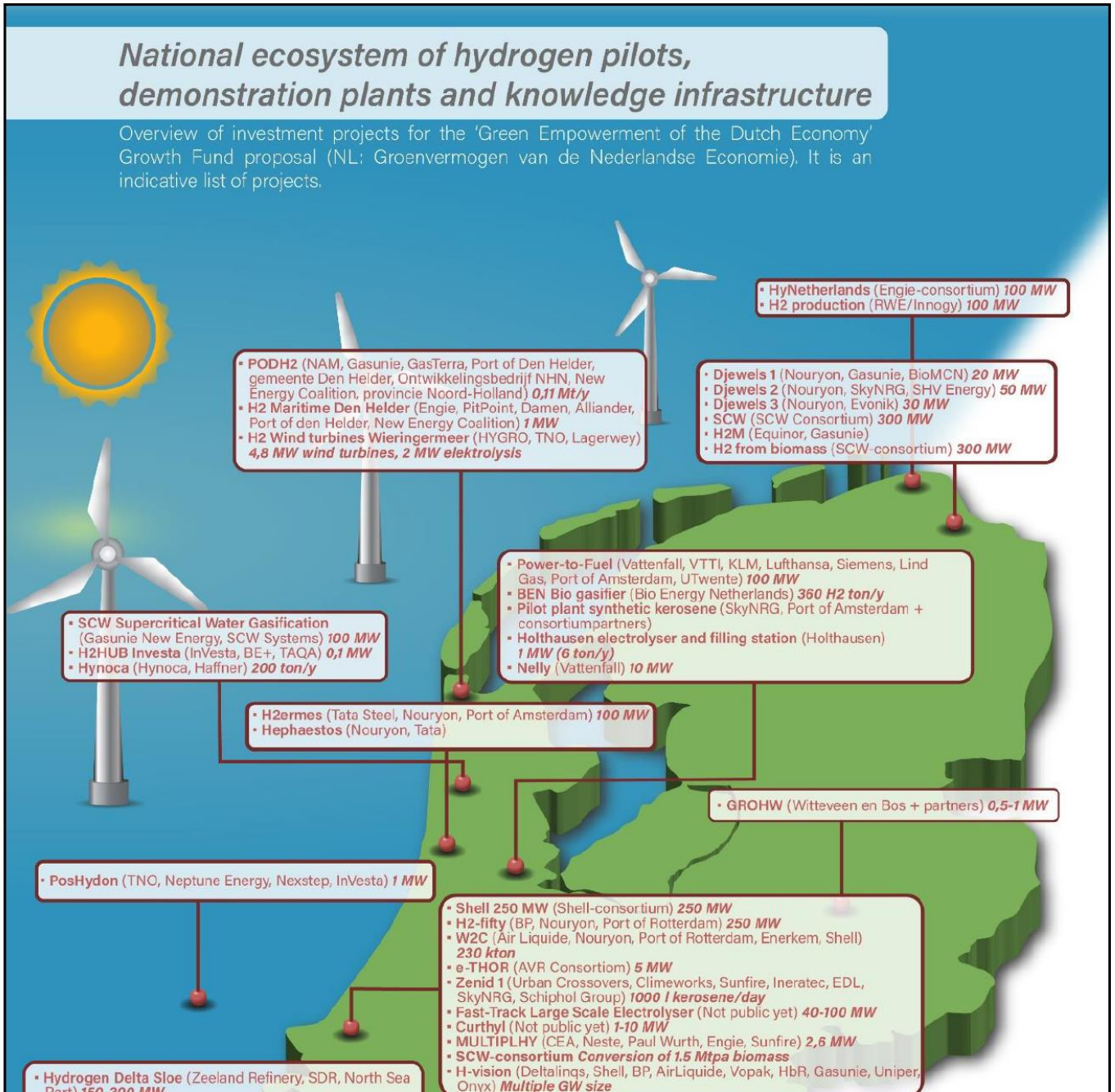
3. Vloeien de activiteiten die worden voorgesteld op een logische manier voort uit de sterkte/zwakte-analyse?

- Alle activiteiten zijn logischerwijs te koppelen aan genoemde zwaktes en sterktes.
- Op alle genoemde sterktes wordt voortgebouwd.
- Op de meeste genoemde zwaktes worden expliciet activiteiten voorgesteld om deze aan te pakken, met uitzondering van zwaktes op het gebied van privaat leiderschap, private investeringen en durfkapitaal voor startups en scale-ups, tekort aan diversiteit (primair m.b.t. gender), en de benoemde 'competitive monocultuur'.
- Maatschappelijke acceptatie komt niet expliciet als sterkte of zwakte in de gepresenteerde analyses naar voren, maar heeft wel een expliciete positie in het voorstel. Op basis van het voorstel is het moeilijk in te schatten of dit een positief element is (voortbouwen op sterkte op het gebied van 'instituties') of een negatief element ('teveel' energie en middelen die ook anders besteed hadden kunnen worden).

4. Is het voldoende aannemelijk gemaakt dat de activiteiten bijdragen aan een beter ecosysteem en zijn er relevante doelen en KPI’s op dit vlak gedefinieerd?

- De drie doelen op het gebied van talent, R&D en ondernemerschap zijn duidelijk beschreven en voorzien van tien heldere en bruikbare KPI’s.
- Niet alle zwaktes/sterktes waar het voorstel op aangrijpt zijn voorzien van specifieke outputindicatoren (bijv. financiering in toegepast onderzoek en doorstroom/uitstroom van talent). Hierdoor is op basis van deze tien KPI’s niet systematisch te meten of alle benoemde knelpunten (deels) worden opgelost.
- Er zijn geen expliciete procesindicatoren benoemd om de voortgang van (de implementatie van) het voorstel (op specifieke onderdelen) te volgen.
- Het is aannemelijk dat de voorgestelde activiteiten bijdragen aan het versterken van het ecosysteem.

GROENVERMOGEN VAN DE NEDERLANDSE ECONOMIE



1. Is het ecosysteem op een logische manier geanalyseerd en afgekaderd?

- Afbakening: Het voorstel geeft duidelijk aan welke partijen aan het roer staan om waterstof-economie te 'kick-starten' (i.e. de H-producenten en early adopters in de industrie) en wie dus samen het relevante ecosysteem vormen. De schil met toeleveranciers en onderzoekers is ook aangehaakt.
- Richting: Het plan gaat verder dan het versterken van een sector; doel is om middels een impuls in ontwikkeling in waterstofproductie (en dus kostenreductie) een waterstofeconomie te ontwikkelen; blauwe/groene H als enabler voor duurzame productie in diverse sectoren.
- Samenhang: Sterke focus op verbindingen tussen productie, transport, opslag, toepassingsgebieden. Kern van het plan is keten versterken door combinatie van coördinatie en vraagarticulatie. Koppelen van clusters en inrichten van learning communities is een plus.

2. Is voldoende onderbouwd wat de sterktes en zwaktes zijn?

Sterktes

- Het plan is ingediend door vertegenwoordigers van een breed en representatief palet van partijen (uit het hele land) met relevantie voor de H-economie. Hieronder bevinden zich partijen die al een sterke positie hebben als het gaat om kennis en waterstofinfrastructuur, alsook partijen met grote noodzaak om hun bedrijfsactiviteiten te verduurzamen.
- Als zij willen en kunnen vernieuwen, maar daarvoor wel momentum moeten bouwen (waarvoor het bestaande instrumentarium zich niet leent), dan vormt dat een goede basis om samen sprong te maken naar H-economie. Zeker als het gaat om partijen uit zeer diverse sectoren met ieder hun eigen onzekerheden t.a.v. waterstofgebruik.
- Positief is dat er al concreet overzicht is van partijen die investeringen overwegen (zie o.a. de indicatieve lijst met voorbeelden). Toeleverende en afnemende industrieën zijn ook in beeld, al lijken zij zelf minder betrokken bij het plan.

Zwaktes

- Het voorstel kent een sterke onderbouwing van de primaire zwakte waar het ingediende plan een antwoord op biedt. Centraal staat een 'systeem'-knelpunt dat belemmerend is voor de ontwikkeling van het ecosysteem als geheel. Er is in NL veel potentie en belangstelling voor blauwe/groene waterstof, maar zolang die duur is blijven investeringen uit en zien we geen convergentie tussen waterstofproductie (en toelevering van machines), opslag/transport, en toepassing in allerlei domeinen. Een krachtige impuls aan capaciteitsuitbreiding kan de catch-22 doorbreken.
- Op het niveau van ecosysteem-elementen biedt het voorstel weinig inzicht in de specifieke aard en omvang van knelpunten. De zwaktes m.b.t. zaken als human capital lijken het gevolg van bovengenoemd systeemknelpunt.

3. Vloeien de activiteiten die worden voorgesteld op een logische manier voort uit de sterkte/zwakte-analyse?

- Het voorstel is gestoeld op logische structuur van enerzijds waterstofproductie/-toepassing opschalen (M €500M, 4 jaar) en anderzijds kennisecosysteem daaromheen versterken (M €227, 8 jaar). Deze opzet, in combinatie met governance gericht op regie/verbinding, vergroot de kans dat beoogde kostendaling basis vormt voor competitieve positie in wereldwijde markt voor waterstoftechnologie.
- Specifiek consistent is om middelen primair in te zetten voor verhelpen van kernprobleem; productie op gang helpen kan leereffecten genereren en vooral vertrouwen geven aan de vraagkant (toepassingsgebieden), hetgeen een positieve cyclus kan ontketenen.
- Het voorstel legt koppeling met andere (inter)nationale beleidsprogramma's en benoemt potentiële synergiën. Betrokkenheid van investeerders en regio's is sterk punt.
- Het O&I-programma o.b.v. zes technisch ingestoken en elkaar aanvullende programmalijnen oogt consistent. Behalve focus op waterstofproductie/-toepassing (incl. innovatie en demonstratie) heeft het voorstel ook ruime aandacht voor complementaire factoren als maatschappelijke acceptatie en human capital. Erkend wordt dat de samenhang tussen die factoren essentieel is, al blijkt niet goed hoe die samenhang geborgd wordt: er zijn structuren voorzien, maar wat doen zij om effectieve afstemming te bevorderen?
- Hoe systeemintegratie gewaarborgd wordt komt eveneens onvoldoende naar voren; wat doen de die hieraan gekoppelde programmalijn en de regisserende governance-structuur op dit punt?

4. Is het voldoende aannemelijk gemaakt dat de activiteiten bijdragen aan een beter ecosysteem en zijn er relevante doelen en KPI’s op dit vlak gedefinieerd?

- Of het technisch haalbaar is om de kosten van waterstof-productie-/transport sterk te reduceren (met het gevraagde budget/tijdspanne) valt buiten de scope van deze analyse.
- Wel relevant is dat waterstof een enabling technology is voor verschillende sectoren (en ecosystemen), maar dat de consequentie niet is dat er altijd wel partijen zijn die profijt hebben van technologieontwikkeling op dit vlak. Als waterstof niet doorbreekt kunnen de investeringen in die andere sectoren grotendeels verloren gaan.
- Dit is overigens precies de reden waarom ontwikkelingen nu uitblijven; afwachtendheid vanuit onderling afhankelijke partijen.
  Het doorbreken hiervan kan een grote impuls legitimeren.
- De haalbaarheid van de acties (primair projectfinanciering) lijkt in orde. Het plan leunt daarvoor sterk op o.a. NWO en RVO. Het governance-plan noemt belangrijke uitgangspunten maar biedt geen concrete invulling op die punten.
- Er worden geen concrete KPIs genoemd; het beoogde programmabestuur ziet het als taak om dit bij de start van het programma te doen.

PROPOSITIEFORMULIER GROEIFONDS

AINED STRATEGISCH INVESTERINGSPROGRAMMA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE 2021-2027

1. Is het ecosysteem op een logische manier geanalyseerd en afgekaderd?

- In het voorstel wordt AI als een enabling technology gepresenteerd, welke alle sectoren van de economie en maatschappij raakt.
- In het voorstel is expliciet aandacht voor de relatie tussen regionale (deel)ecosystemen, het nationale ecosysteem en de relatie met internationale ecosystemen. Specifiek wordt er een hubs-en-spaken-model voorgesteld om regionale sterktes met nationale slagkracht te combineren.
- Er wordt gekozen voor een selectie van 'toepassingsgebieden' en thematisch aanpalende ecosystemen van AI, waar NL een sterke positie heeft. Hiermee is een pragmatische afkadering gegeven, welke recht doet aan het enabling karakter van AI en tegelijkertijd de nodige keuzes maakt.
- Er wordt expliciet rekening gehouden met de volledige ketens binnen het ecosysteem, en er wordt een integrale benadering gekozen.
- Hoewel het voorstel openstaat voor alle geïnteresseerden, is niet geheel duidelijk of er een 'level-playing-field' is tussen leden van de NLAIC en de niet-leden.

2. Is voldoende onderbouwd wat de sterktes en zwaktes zijn?

- In het voorstel wordt *op hoofdlijnen* goed beschreven welke (vijf) uitdagingen er zijn voor het ecosysteem, en er wordt benoemd welke sterktes het Nederlandse ecosysteem kent.
- In het voorstel wordt echter niet duidelijk uitgelegd waar deze uitdagingen hun oorsprong vinden en/of wat de 'root causes' zijn. Ter illustratie: er wordt (terecht) als knelpunt aangedragen dat innovatie traag gaat, maar er wordt niet concreet uitgelegd waarom het traag gaat en wat er dan specifiek aangepakt moet worden. In het voorstel wordt niet duidelijk beschreven welke (deel)problemen voor wie van toepassing zijn.

3. Vloeien de activiteiten die worden voorgesteld op een logische manier voort uit de sterkte/zwakte-analyse?

- In het voorstel worden alle activiteiten systematisch gekoppeld aan de vijf uitdagingen die ze adresseren. In die zin vloeien alle voorgestelde activiteiten logisch voort uit de analyse.
- Aangezien de genoemde vijf uitdagingen echter niet gedetailleerder zijn uitgewerkt, is niet goed te beoordelen of de voorgestelde activiteiten de 'uitdagingen op hoofdlijnen' voldoende adresseren.
- In het voorstel worden veel actielijnen met projecten voorgesteld: impulsprojecten, VTT, ELSA-labs, AI-innovatielabs, doorbraakgedreven ketenprojecten, verkennende ketenprojecten. Hoewel ze allen een eigen doel kennen, is niet geheel duidelijk welke specifieke onderliggende (deel)problemen ieder van hen adresseert en waar de (mogelijke) overlap zit.
- De voorgestelde lerende aanpak biedt mogelijkheden om bij te sturen.

4. Is het voldoende aannemelijk gemaakt dat de activiteiten bijdragen aan een beter ecosysteem en zijn er relevante doelen en KPI's op dit vlak gedefinieerd?

- De voorgestelde KPI's zijn overzichtelijk gerubriceerd naar de clusters van activiteiten, en vormen een combinatie van proces-, output- en outcome-indicatoren.
- De voorgestelde KPI's zijn waardevol om het bereiken van de programmadoelen te meten, hoewel er niet altijd een 1-op-1-relatie is met activiteiten op microniveau.
- Sommige KPI's zijn conceptueel valide, maar kennen nog uitdagingen ten aanzien van de operationalisering. Ter illustratie: de indicator "50% van het MKB weet wat AI voor hun bedrijf kan betekenen" is moeilijk te boordelen, omdat het bewustzijnsniveau m.b.t. de mogelijkheden een graduele schaal is en onduidelijk is waar de grens gelegd moet worden om een MKB'er als 'voldoende bewust' te classificeren.
- Het is niet altijd even duidelijk hoe de hoogte van de KPI-doelen gekozen zijn, en of deze niet te hoog/laag zijn. Het is niet duidelijk wat de exacte status quo is. Ter illustratie: zijn 300 wetenschappelijke toppublicaties er veel of weinig, en hoeveel hebben we er nu al? En is bijvoorbeeld een aantal van 300 jaarlijkse deelnemers aan events niet weinig?

health RI
enabling data driven health

KICKSTARTVOORSTEL

Life Sciences & Health ecosysteem

HEALTH-RI

ÉÉN GEZONDHEIDSDATA-INFRASTRUCTUUR

1. Is het ecosysteem op een logische manier geanalyseerd en afgekaderd?

- Afbakening: Het ecosysteem is relatief scherp begrensd; het gaat primair om partijen die gezondheidsdata voortbrengen, analyseren en/of gebruiken. Dat zijn primair publieke organisaties. Het aantal reeds aangehaakte bedrijven is laag, wat benadrukt dat het volgen van FAIR principes essentieel is voor het werkelijk aanjagen van nieuwe bedrijvigheid (bijv. ook via startups). Op dit moment is 'het ecosysteem' heel nauw, en wordt niet duidelijk hoe een breder ecosysteem tot stand komt.
- Richting: Het plan kent vooral een duidelijk vertrekpunt (toegankelijkheid van gezondheidsdata); de bijkomende groeirichting in de HealthTech-sector is minder duidelijk uitgewerkt dan het pad richting efficiëntere zorg.
- Samenhang: Wellicht mede doordat het plan draait om een concrete impuls (basis-infrastructuur) voor een 'smal' ecosysteem is de samenhang van het gezamenlijk initiatief sterk. Het reeds bestaande samenwerkingsverband (>150 partijen) en de knooppunten-aanpak bevestigen dit.

2. Is voldoende onderbouwd wat de sterktes en zwaktes zijn?

Sterktes

- Het plan sluit aan bij wetenschappelijke sterktes (“koploper-positie in data-gedreven onderzoek en innovatie”; “florerende biotech en health-tech”), en opent een deur naar nieuwe toepassingen met economische en maatschappelijke relevantie. De rol van economische sterktes blijft wat onderbelicht, al kan dat ook betekenen dat er geen duidelijke private markt is die dit plan zelf zou oppakken.
- Er is een bereidheid van de umc’s, kennisinstellingen en ziekenhuizen om de handen ineen te slaan. Onduidelijk blijft in hoeverre zijn met de infrastructuur zelf spin-outs kunnen genereren, of dat het plan dit ook zou moeten ondersteunen.
- De landelijke IT-infrastructuur leunt op een ‘hub-model’ waarbij regionale data-gedreven centra verknoopt worden; dit lijkt efficiënt, en past bij een ambitie om regionale sterktes te versterken en te vernieuwen door ze van elkaars capaciteiten en assets (incl. data) te laten profiteren.

Zwaktes

- Het voorstel identificeert een duidelijk systeem-knelpunt voor innovatie in de gezondheidszorg; “de toegang tot hoge kwaliteit goed gestructureerde zorgdata”. Dit is een coördinatievraagstuk dat om basis-infrastructuur vraagt, zowel fysiek als qua afspraken. Het betreft feitelijk een ‘club good’ waarvoor de sector zelf zou kunnen betalen, maar waarbij het vanwege het publieke karakter en de uiteenlopende belangen (met ook ethische en juridische dimensies) niet vanzelfsprekend is dat een brede set van stakeholders er helemaal zelf uitkomt. Een extra bijdrage kan de convergentie versnellen en maatschappelijke waarden m.b.t. datagebruik borgen.
- Het voorstel benadrukt dat het aanleggen van de nationale infrastructuur (!) een éénmalige impuls zou behoeven, waarna het ecosysteem zelfstandig verder zou kunnen.

3. Vloeien de activiteiten die worden voorgesteld op een logische manier voort uit de sterkte/zwakte-analyse?

- De actielijnen matchen met de probleemstelling. Doel is niet om middels financiële prikkels iets gedaan te krijgen van marktpartijen, maar om (zelf?) infrastructuur te bouwen. De focus ligt op het creëren van collectieve voorzieningen.
- De actielijnen beginnen niet direct met investeringen in het opzetten van infrastructuur, maar met het onderzoeken en afstemmen van wensen en mogelijkheden voor het verzamelen, opslaan en (her)gebruik van gezondheidsdata. Sterk is dat het werkelijk ontsluiten van de data een eigen actielijn heeft; een one-stop-shop die ook kansen biedt voor nieuwe spelers (ipv een closed shop voor insiders).
- Voor de impact zou het goed zijn om niet alleen reeds aangehaakte partijen te ondersteunen, maar ook actief in te zetten op het betrekken van een ruimere doelgroep. Hoe komen de 10.000 onderzoekers en data-uitgiftes in beeld? Er lijken geen acties gekoppeld aan de KPI van 5-10 start-ups.

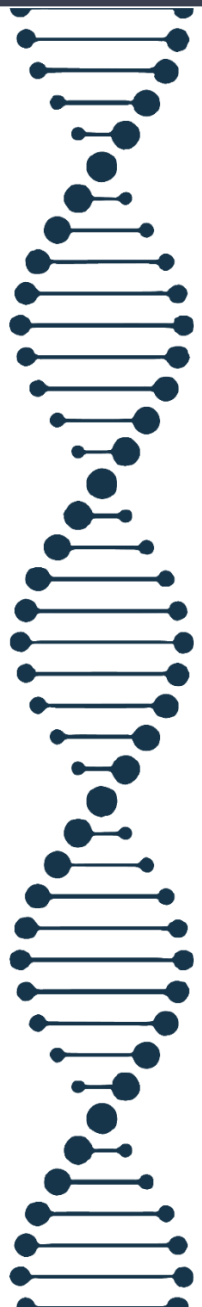
4. Is het voldoende aannemelijk gemaakt dat de activiteiten bijdragen aan een beter ecosysteem en zijn er relevante doelen en KPI’s op dit vlak gedefinieerd?

- Of het technisch, juridisch en maatschappelijk haalbaar is om een geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur te realiseren valt buiten de scope van deze analyse.
- Wel relevant is de vraag wat er resteert als het plan niet slaagt. De voorziene infrastructuur dient de basis te vormen voor de groei van het ecosysteem. Als dat fundament niet gelegd kan worden, blijft de impact van het plan beperkt tot o.a. een impuls aan gezondheidsmodellen (mogelijk ook nuttig zonder geïntegreerde infrastructuur?) en digitale capabilities (mogelijk van nut in andere ecosystemen).
- De haalbaarheid van de geplande acties is moeilijk in te schatten doordat het plan vooral aangeeft wat er bekostigd gaat worden, en welke governance-structuur dat overziet, maar niet wie de uitvoering van de diverse actielijnen in de praktijk op zich neemt.
- Het plan bevat een overzicht van de kwalitatief benoemde maar niet gekwantificeerde voorziene activiteiten (per actielijn) en de daaraan verbonden KPI’s en effecten. De indicatoren wisselen in hoe concreet ze zijn; de ‘hoeveelheid beschikbare data in Pbyte’ is concreet (al is relevantie twijfelachtig), i.t.t. ‘efficiënter R&D proces / versnelling innovatie in de gezondheidzorg’. Ook is niet altijd duidelijk hoe een indicator samenhangt met de genoemde actielijnen; e.g. hoe leidt een nationaal afsprakenstelsel tot groei in startups? De indicatoren voor actielijn 3, wellicht de belangrijkste voor ecosysteemversterking, zijn het sterkst.

Pilotfabriek voor regeneratieve geneeskunde van RegMed XB

Uitgebreid plan voor het Groeifondsvoorstel Life Sciences & Health ecosysteem

25-09-2020



1. Is het ecosysteem op een logische manier geanalyseerd en afgekaderd?

- Afbakening: Er zijn uiteenlopende relevante partijen in het voorstel betrokken, zowel publiek als privaat. Duidelijke set van industriële spelers in beeld, zowel MKB als grootbedrijf.
- Richting: Het plan presenteert een concrete gezamenlijke ambitie; het op-/uitbouwen van productiecapaciteit t.b.v. competitieve producten/diensten rondom RG-therapieën. Het koppelen van pilotlijnen kan leiden tot schaal- en scope-voordelen waar een ecosysteem op kan floreren.
- Samenhang: De scope van het plan/ecosysteem is niet breed, maar sterk is dat het voorstel laat zien hoe diverse sterktes (clusters) geïntegreerd kunnen worden in een coherente waardeketen die op grote schaal nieuwe oplossingen kan genereren. Er is veel oog voor samenhang op het vlak van kennis-, innovatie en ondernemerschap.

2. Is voldoende onderbouwd wat de sterktes en zwaktes zijn?

Sterktes

- Het voorstel draait om het koppelen van ontwikkel- en pilotlijnen uit vier Nederlandse regio's en Vlaanderen. Iedere regio heeft een andere sterkte, en daarmee een andere rol in de voorziene pilotfabriek. Synergetisch is o.a. de verbinding tussen weefsels produceren (op verschillende schaalniveaus) en therapieën ontwikkelen.
- Centraal in het plan staan ontluikende technologieën die nu nog kapitaalintensieve productiefaciliteiten (en onderzoek) nodig hebben, maar daarna een grote impuls kunnen geven aan een deel van de health sector. Omdat er al bedrijven zijn aangehaakt is de vraag wel waarom de betrokken publieke partijen en de (vermogende) private markt hier zelf niet de benodigde investeringen wil doen. Zie 'Zwaktes'.
- Het plan erkent dat NL sterktes benut kunnen worden voor het bijdragen aan (wereldwijde) maatschappelijke opgaven.

Zwaktes

- P. 16 "De investering is privaat niet te mobiliseren. De infrastructuur is duur (o.a. door de eisen die GMP stelt aan bv. luchtbehandeling, gescheiden aan- en afvoerroutes en certificering van processen en apparatuur), de risico's zijn groot (regulatoire routes en businessmodellen zijn nog in ontwikkeling). De farmaceutische industrie en biotech-investeerders investeren niet in zo'n vroege fase en opkomende RG-bedrijven kunnen het niet omdat ze zelf nog niet winstgevend zijn."
- → Het Groeifondsaandeel is met €56.3mln/€215.9mln relatief bescheiden, maar zijn deze bedragen werkelijk zo groot voor de farmaceutische industrie en biotech-investeerders (als de gerealiseerde asset zichzelf al snel structureel kan bekostigen?). Wat is het marktfalen hier?
  - Dat andere regelingen alleen R&D&I-activiteiten dekken, maar niet de onderliggende infrastructuur, lijkt legitiem.
  - De claim dat de pilotfabriek ook "onderzoek, bedrijven en investeerders aantrekt" is essentieel; in hoeverre hebben derden baat bij de fabriek, en is hun gebruik ervan in rekening te brengen? Oftewel: in hoeverre is de pilotfabriek wel/geen publiek goed?

3. Vloeien de activiteiten die worden voorgesteld op een logische manier voort uit de sterkte/zwakte-analyse?

- Positief is dat er niet alleen wordt ingezet op het reduceren van productiekosten per microweefsel, maar ook op enkele aanpalende activiteiten om die microweefsels te benutten voor innovatieve producten en diensten. Het plan besteedt ook aandacht aan proof-of-concepts, valorisatie en skills. Andere ecosysteem-elementen blijven wat onderbelicht.
- Het voorgestelde plan lijkt vooral clustersamenwerking te bevorderen (in beginsel een goed vertrekpunt voor ecosysteem-ontwikkeling), met vervolgens relatief weinig aandacht voor de ruimere set van ecosysteem-dimensies die versterkt kunnen worden.

4. Is het voldoende aannemelijk gemaakt dat de activiteiten bijdragen aan een beter ecosysteem en zijn er relevante doelen en KPI’s op dit vlak gedefinieerd?

- De haalbaarheid is gebaat bij de voorgestelde focus op het benutten van de respectievelijke sterktes van reeds gevestigde clusters (die hebben al enkele uitstekende competenties), maar blijft uiteraard afhankelijk van wie nu precies wat gaat doen – zie vorige slide.
- Het plan bevat een overzicht van de voorziene activiteiten (per pilotlijn) en de daaraan verbonden KPI’s en effecten. De identificatie van relevante indicatoren geeft een beeld van de voorziene resultaten, en hoe dat doorwerkt in wenselijke uitkomsten. Deze factoren worden in het overzicht niet gekwantificeerd.
- De KPI’s zijn maar beperkt gestructureerd, en sommige prestatie-indicatoren lijken effecten (en andersom). Bijvoorbeeld: ‘spin-outs’ en ‘directe banen’ worden genoemd als prestatie-indicatoren, terwijl die meer weghebben van hogere-orde-uitkomsten dan de effect-indicatoren ‘totale omvang projecten die gebruikmaken van faciliteit’.

FoodSwitch
Extra verdienvermogen voor Nederland door wereldwijde duurzame voedselproductie

1. Is het ecosysteem op een logische manier geanalyseerd en afgekaderd?

- Het ecosysteem wordt beschreven aan de hand van een combinatie van hightech en voedselproductie, waarbij er specifiek aandacht is voor drie programmalijnen, drie sleuteltechnologieën, en de 3*3 kruisingen van programmalijnen en sleuteltechnologieën.
- In het voorstel wordt niet duidelijk beschreven hoe deze afbakening van dit ecosysteem zich verhoudt tot het bredere ecosysteem in de context van de voedseltransitie, en waarom voor deze specifieke insteek is gekozen.
- In het voorstel wordt niet duidelijk beschreven hoe deze afbakening zich verhoudt tot regionale (deel)ecosystemen binnen de voedselproductie en regionale/nationale (deel)ecosystemen buiten de voedselproductie (bijv. onderdelen van de hightech of andere technologische sectoren).
- In het voorstel wordt niet duidelijk beschreven hoe de aansluiting met internationale ecosystemen eruit ziet.
- In het voorstel wordt niet duidelijk beschreven hoe verschillende (typen) spelers binnen het ecosysteem zich tot elkaar verhouden en door welke dynamiek zij gekenmerkt worden (bijvoorbeeld de agrarisch ondernemers zelf).

2. Is voldoende onderbouwd wat de sterktes en zwaktes zijn?

- In het voorstel wordt duidelijk beschreven wat de doelen zijn en wat de marktpotentie is. Het is duidelijk 'waar we het voor doen'.
- In het voorstel wordt niet duidelijk beschreven wat de concrete uitdagingen (zwaktes en sterktes) zijn van het ecosysteem als geheel en van individuele elementen van het ecosysteem, en waar deze uitdagingen hun oorzaak vinden. De oorzaak/oorsprong van marktfalens wordt niet duidelijk beschreven.
- In het voorstel wordt niet duidelijk beschreven welke uitdagingen specifiek zijn voor specifieke onderdelen in het ecosysteem, en er wordt niet duidelijk beschreven welke uitdagingen door wie ervaren worden en waarom.
- Het voorstel lijkt op meerdere plekken het karakter van een 'pre-plan' te hebben: in voorgenomen activiteiten dienen daadwerkelijke knelpunten/uitdagingen verder uitgezocht te worden.

3. Vloeien de activiteiten die worden voorgesteld op een logische manier voort uit de sterkte/zwakte-analyse?

- Op de negen kruispunten worden roadmaps met bijbehorende aanpakken opgesteld. Het voorstel heeft daarmee het karakter van een plan om verschillende deelplannen op te gaan stellen in vooraf gedefinieerde gebieden.
- In het voorstel wordt niet duidelijk beschreven welke uitdagingen (m.b.t. zwaktes/sterktes) er zijn voor het ecosysteem als geheel als voor individuele ecosysteemelementen, waardoor het inherent niet goed te beoordelen is of de voorgenomen activiteiten aansluiten bij bestaande sterktes en zwaktes.
- In het voorstel wordt daarmee niet duidelijk welke concrete uitdagingen er door deze activiteiten aangepakt worden.

4. Is het voldoende aannemelijk gemaakt dat de activiteiten bijdragen aan een beter ecosysteem en zijn er relevante doelen en KPI’s op dit vlak gedefinieerd?

- Een sterk punt van het voorstel is de aandacht voor indicatoren op het niveau van zowel outcome, output, als proces.
- De outcome-indicatoren zijn deels geconcretiseerd, maar er zijn geen doelen gekoppeld aan de voorgenomen KPI’s.
- De output-indicatoren zijn nog niet geconcretiseerd, maar enkel als categorie indicatoren benoemd. Er zijn derhalve ook geen doelen aan gekoppeld.
- Er zijn een aantal waardevolle procesindicatoren benoemd. Tegelijkertijd wordt uit deze procesindicatoren niet duidelijk of het ecosysteem naar behoren functioneert en of de juiste partijen op de juiste plekken zijn aangesloten (het wordt bijvoorbeeld niet duidelijk of de indicatoren m.b.t. MKB’ers betrekking hebben op technologie-bedrijven, agrarisch ondernemers of andere MKB-bedrijven).
- De beperkte uitwerking van de indicatoren heeft ook te maken met het feit dat bepaalde onderdelen van het voorstel ook nog beperkt uitgewerkt zijn.
- Met de huidige uitwerking van het voorstel en de indicatoren is onvoldoende aannemelijk gemaakt dat de activiteiten bijdragen aan een beter ecosysteem, en zijn de gestelde doelen (met gepaarde KPI’s) nog beperkt uitgewerkt.

Samenvatting (herhaling)

Voorstel	1. Afbakening	2. Sterktes /zwaktes	3. Koppeling met activiteiten	4. Bijdrage en KPI's
Quantum Delta	+	++	++	+
Groenvermogen	++	++	+	+/-
AiNed	++	+	+	+
LSH – Health-RI	+/-	++	+	+/-
LSH – RG-pilotfabriek	+	+/-	+	+/-
Foodswitch	+/-	-	-	+/-

dialogic
innovatie • interactie

Arthur Vankan (vankan@dialogic.nl)
Matthijs Janssen (janssen@dialogic.nl)

Hooghiemstraplein 33 – 36
3515 AX Utrecht
030 215 0580
030 215 0595
info@dialogic.nl
www.dialogic.nl

Analyse additionaliteitsrisico

Nationaal Groeifonds aanvragen

29 januari 2021

INVESTNL impact investors

INHOUD

1. Voorwoord 3

2. Afwegingskader 4

3. Deelanalyses 5

3.1. FoodSwitch 5
3.2. QDelta 6
3.3. AINed 7
3.4. RegMed XB & Health-RI 8
3.5. Groenvermogen 9
3.6. Brainportlijn 10
3.7. Buisleidingen 11

4. Conclusies en Adviezen 12

4.1. Algemene observaties en conclusies 12
4.2. Specifieke observaties en conclusies 14
4.2.1. Foodswitch 14
4.2.2. QDelta 15
4.2.3. AINed 15
4.2.4. Regmed en Health RI 15
4.2.5. Groenvermogen 15
4.2.6. Brainportlijn 15
4.2.7. Buisleidingen 15
4.3. Opties en aanbevelingen voor de korte termijn 16
4.4. Opties en aanbevelingen voor de langere termijn 17

5. Bijlage 1: het afwegingskader 20

6. Bijlage 2: Deelanalyses werkblokken (ongeredigeerd) 23

1. Voorwoord

Invest-NL heeft in opdracht van het Nationaal Groeifonds zeven aanvragen geanalyseerd op de mate waarin het risico aan de orde is dat subsidiëring vanuit het Nationaal Groeifonds andere vormen van financiering verdringt (additionaliteitsrisico).

In samenspraak met het stafbureau van het Nationaal Groeifonds is deze analyse verricht op basis van de nu beschikbare informatie en is er geen extra uitvraag van informatie bij de aanvragers gedaan anders dan tijdens de ook door Invest-NL bijgewoonde sessies van het stafbureau met de aanvragers. Van vijf aanvragen (Foodswitch, Groenvermogen, Health RI/Regmed, AINed, QDelta) is een uitgebreide analyse gemaakt; bij een tweetal aanvragen die later binnenkwamen (Brainportlijn, Buisleidingen) is een beperktere analyse gemaakt.

Onze conclusie is kort samengevat dat er substantiële additionaliteitsrisico's aan de orde zijn.

Dit betekent niet dat de bepleite investeringen niet zinvol zouden zijn; en het betekent ook niet dat e.e.a. niet vorm te geven valt op een manier die wél additioneel is. Ook hebben wij ons niet uitgesproken over hoe het additionaliteitsrisico moet worden afgewogen ten opzichte van andere aspecten die het Nationaal Groeifonds in haar afweging en besluitvorming betrekt. Wij hebben enkel de risico's omschreven op basis van de nu beschikbare informatie en daarbij suggesties gedaan om deze risico's te verkleinen.

Wij zijn uiteraard graag bereid in gesprek te gaan over ons advies en zien goede mogelijkheden om ook in de toekomst bij volgende aanvragen nauw met elkaar samen te werken.

Wouter Bos, CEO Invest-NL, teamleider
Koen van Breugel, Business Development Manager, teamlid
Remco van Montfoort, Business Development Manager, teamlid
Michiel Strijland, Business Development Manager, teamlid

2. Afwegingskader

Invest-NL adviseert het Nationaal Groeifonds over het additionaliteitsrisico wat samenhangt met de verschillende aanvragen bij het NG. Invest-NL definieert het additionaliteitsrisico als volgt:

> Het *additionaliteitsrisico* is het risico dat subsidie wordt verstrekt terwijl marktfinanciering mogelijk is. *Marktfinanciering* is financiering door een marktpartij op basis van een rendabele business- en financieringscase.

De analyses zijn gemaakt aan de hand van de volgende vragen:

- Hoeveel geld gaat waar naar toe en in het bijzonder naar het financieren van bedrijven of bedrijvigheid?
- Hoe is beargumenteerd dat subsidie nodig is in het licht van een onrendabele top of onrendabele business case?
- Hoe hebben partijen zich vergewist van alternatieve financieringsmogelijkheden?
- Wat is onze inschatting van alternatieve financieringsmogelijkheden?
- In welke vervolgprocedure voorziet de aanvraag om zeker te stellen dat toebedeelde gelden op het moment dat concrete financiering daadwerkelijk speelt, geen marktfinanciering verdringen?
- Hoe open en toegankelijk zijn aanvragen voor private partijen om deel te nemen?

Ons uitgebreide afwegingskader is te vinden in bijlage 1.

3. Deelanalyses

3.1. FoodSwitch

Het voorstel FoodSwitch beoogt de mondiale voedselproductie te verduurzamen en het lange termijn duurzaam verdienvermogen van Nederland te verhogen en heeft een omvang van € 1 miljard (waarvan de helft via het Nationaal Groeifonds gefinancierd moet worden). De middelen worden op het oog vooral ingezet voor R&D en niet ter financiering van individuele bedrijven. Het initiatief ziet op een veelvoud van deelgebieden en een grote diversiteit aan projecten binnen 8 thematische roadmaps.

In het voorstel wordt een korte toelichting gegeven op het additionaliteitsrisico, maar alleen op algemeen niveau en niet per thema/focusgebied. Dat bemoeilijkt een oordeel over additionaliteit omdat in de aanvraag bij een aantal 'populaire' trends (zoals plantaardig en 'cultured meat (kweekvlees)') wordt aangehaakt die op nadrukkelijke aandacht in de financieringsmarkt kunnen rekenen. In diverse markten en technologieën zijn reeds diverse kapitaalkrachtige partijen ingestapt en worden substantiële rondes en tickets opgehaald. Op andere gebieden met een meer transformatief karakter (denk aan circulaire businessmodellen) is het risico hoger en financiering uit de markt lastiger. Aangezien bij elke roadmap dezelfde 50% subsidie / co-financiering ratio opgenomen is, doet dit vermoeden dat de subsidie-aanvraag niet bottom-up is opgebouwd uit business cases; een onderbouwing daarvan ontbreekt.

Foodswitch is zich bewust van de noodzaak om te voorzien in een procedure waarbij na subsidiëring uit het Nationaal Groeifonds, aanvragen getoetst moeten worden op een aantal criteria waaronder additionaliteit. Het is ons echter op basis van de nu beschikbare informatie onduidelijk hoe (individuele) indieners dit moeten aantonen.

Op basis van onze inzichten in de sector en de financieringsmogelijkheden, achten wij het additionaliteitsrisico het kleinst bij de roadmaps 'Biodiversiteit Dashboards' en 'Circular Food Chains'; ook hier is dat echter uiteindelijk afhankelijk van welke projecten met bijpassende business cases er worden gedefinieerd per roadmap. Cruciale variabelen daarbij zijn het Technology Readiness Level (TRL) (het additionaliteitsrisico is groter bij een hoge en een lage TRL), ticket size (het additionaliteitsrisico is groter bij de kleine tickets) en de looptijden en terugverdientijden (het additionaliteitsrisico is groter bij kortere termijnen). Ook is het additionaliteitsrisico kleiner bij innovaties en projecten voor een breder en algemeen nut (proeffabrieken, field-labs en pilotplants) dan bij bedrijfsspecifieke R&D projecten.

3.2. QDelta

De aanvraag van QDelta behelst een breed stimuleringsprogramma om het veld van quantum technologieën in Nederland een impuls te geven. Een substantieel deel van de aanvraag (€430 van de €635mln) beslaat niet- verplaatsbare, harde infrastructuur. Hieruit vormen de nationale campus ontwikkeling en 'testbeds' een bron voor risico's omtrent additionaliteit. De individuele programma onderdelen waar financiering direct verstrek zal worden aan ondernemingen kennen eveneens additionaliteitsrisico's.

Specifiek zal het bij infrastructuur gericht op campusontwikkeling gaan om vastgoed ontwikkeling waar een verdienmodel achter schuilt of tenminste mogelijk moet worden geacht. Waarborgen omtrent eigenaarschap en uiteindelijke (markt conforme) exploitatie ontbreken in het voorstel, waardoor er inherent risico's bestaan omtrent additionaliteit. Zo kan er bijvoorbeeld de vraag gesteld worden of alternatieve vormen van overheidsingrijpen, middels garantstellingen of leningen, ook in staat zouden zijn om hetzelfde effect te bereiken als nu beoogd wordt middels een subsidie uit het Nationaal Groeifonds. Het is in deze fase dus onduidelijk waarom een subsidie nodig is voor specifieke elementen, in plaats van een vorm van voorfinanciering met gebruikersbijdragen waaruit de voorfinanciering wordt terugbetaald. Tijdens de workshop met de aanvragers is dit aspect besproken en is kenbaar gemaakt dat de aanvragers beschikken over aanvullende informatie, waaronder een business case a.d.h.v. historische data waarin een 'onrendabele top' omschreven en onderbouwd wordt. Die informatie staat ons (nu) niet ter beschikking en kan dus niet bij deze analyse worden betrokken. Ook kunnen wij niet herleiden hoe vanuit business cases bottom-up redenerend tot de aangevraagde bedragen aan subsidie wordt gekomen.

Naast investeringen in infrastructuur met potentieel een onderliggend verdienmodel, zijn er additionaliteitsrisico's in de programma onderdelen waarin financiering direct ter beschikking zal staan van ondernemingen. Dit gaat om een bedrag van ten minste €112,5mln. Bij dit bedrag gaat het enkel om het bedrag waar ondernemingen, bijvoorbeeld middels open calls, direct aanspraak op kunnen maken. Indirecte stroming van kapitaal richting ondernemers door gebruik van faciliteiten is hierin achterwege gelaten.

Het totale bedrag dat is gealloceerd aan ondernemingen is verder onderverdeeld in de volgende programma onderdelen; open calls (>TRL-4)(€28,5 mln), pre-seed faciliteit (€15 mln), seed fonds (€20 mln), MKB-programma (€ 35 mln) en Fieldlabs (€ 14 mln). Hier komt het additionaliteitsrisico van minstens drie kanten. Allereerst ontbreekt het aan procedures en waarborgen die garanderen dat deze vormen van financiering additioneel zijn aan de markt op het moment dat financiering plaats vindt; een moment dat veelal later in de tijd ligt dan het moment van toekenning van subsidie uit het Nationaal Groeifonds. Daarnaast lijken deze programma's innovaties te includeren die dicht bij de markt staan en hoge TRL's kennen; juist dan is de kans op marktfinanciering en de kans op verdringen door de zuigkracht van

'gratis geld', het grootst. Tenslotte is de vraag om financiering in de zeer vroege fase (seed, pre-seed) ook kwetsbaar omdat juist daar reeds de nodige publieke financieringsmogelijkheden (bij EZK, RvO, ROM's) aanwezig zijn.

3.3. AINed

AiNed verwacht voor de uitvoering van het programma een totale begroting van ca. €2,1 mld, waarvan €1,05 mld vanuit het Nationaal Groeifonds wordt gevraagd. Tot op heden heeft AiNed alleen nog de begroting voor fase 1 uitgewerkt in de aanvraag die is geanalyseerd. De totale begroting van fase 1 is €689 mln, waarvan €354,3 mln als bijdrage uit het Nationaal Groeifonds wordt gevraagd. Derhalve is voor de bepaling van het additionaliteitsrisico enkel deze €354,3 mln in ogenschouw genomen.

De plannen zijn op een hoog abstractieniveau geformuleerd, wat het bemoeilijkt te achterhalen welke risico's m.b.t. additionaliteit uitgesloten kunnen worden alvorens op een mogelijke financiering over te gaan. In de bijgeleverde budgetten wordt voornamelijk naar grote bedragen en macro ambities gerefereerd. Een onderbouwing van de noodzaak tot subsidie middels een business case die de onrendabele component aantoont ontbreekt echter.

Specifiek zijn er additionaliteitsrisico's verbonden aan de manier waarop de gevraagde subsidie in de markt wordt uitgezet. Het gevraagde budget zal via open, competitieve "calls" worden uitgezet in de markt. Hiervoor verlaten de aanvragers zich in de uitvoering op de expertise van instanties die hier ervaring mee hebben, zoals de NWO en de RVO om te garanderen dat er voldaan wordt aan de wetgeving omtrent staatssteun. RvO heeft echter beperkt ervaring met complexe risicofinancieringen en voert vooral regelingen uit. Ook is het de vraag of hiermee in voldoende mate geborgd wordt dat additionaliteit gedurende de hele looptijd van de aanvraag wordt getoetst en niet alleen maar op het moment van subsidiëring. Ook worden financieringen bepleit met een hoog TRL die dicht bij de markt staan (bijvoorbeeld de 'doorbraak-gedreven ketenprojecten'). Dit wijst op de kansrijkheid van een innovatie maar ook op goede mogelijkheden voor marktfinanciering. Noemenswaardig is dat er geen gebrek aan kapitaal krachtige multinationals is die sterk vertegenwoordigd zijn in initiatieven die zijn meegeleverd in bijlage B. Daarbij kan inherent de vraag gesteld worden waarom deze partners niet in staat zijn om verantwoording te nemen voor (deel van) de financiering? Ook roept het de vraag op of de gekozen sectoren waarbinnen AI ontwikkeld wordt binnen de aanvraag, ook de sectoren zijn die het meest bijdragen aan het verdienvermogen van Nederland, of vooral voortkomen uit de eigen activiteiten van betrokken grote ondernemingen. Ook de redenen achter de specifieke keuzes voor specifieke sectoren, zijn ons niet helder.

3.4. RegMed XB & Health-RI

Los van het feit dat beide initiatieven zich zullen richten op de life science & health (LSH) sector is er geen direct verband of samenwerking omschreven. Dit heeft ertoe geleidt dat de initiatieven los van elkaar zijn beoordeeld op mogelijke risico's omtrent additionaliteit. Alhoewel er relatief veel (privaat) kapitaal beschikbaar is in de LSH sector worden slechts enkele risico's omtrent additionaliteit voorzien voor beide initiatieven. Er wordt redelijk overtuigend beargumenteerd (en het lijkt in de governance te borgen) dat het initiatief niet op winst is gericht en dat die eventuele winst op afzienbare termijn ook niet wordt verwacht. De risico's zijn aanzienlijk en de TRL lager dan wat de markt in het algemeen financierbaar vindt. Dit zijn allemaal redenen waarom de financieringsmarkt, gebonden aan looptijden van circa 10 jaar met een duidelijke exit in het vooruitzicht, niet in staat zou kunnen zijn deze initiatieven te financieren. Dit sluit echter niet uit dat alternatieve vormen van overheidsingrijpen (bijvoorbeeld leningen met een lange looptijd) mogelijkerwijs beter aansluiten op de financieringsvraag zoals gepresenteerd in de aanvraag.

Voor zowel Health-RI als RegMed XB is het belangrijk dat er helderheid is over eigenaarschap van de investeringen alvorens er wordt gekeken naar een financiering vanuit het Nationaal Groeifonds. Gezien de gevoeligheid omtrent privacy van patiëntgegevens evenals andere data afkomstig uit de zorgsector kan er voor Health-RI de vraag gesteld worden in hoeverre het wenselijk is dat er private aandeelhouders zijn. Garantie dat de data infrastructuur in het publieke domein blijft is hierin een sterk argument, ongeacht mogelijke (minimale) risico's omtrent additionaliteit. Noemenswaardig is ook dat Health-RI op termijn beoogt kostendekkend te zijn door inkomsten vanuit gebruikersvergoedingen, zonder commercieel renderend te zijn.

Voor RegMed XB is het eveneens zaak dat er duidelijkheid is over eigenaarschap van de investering en de vraag waar eventuele baten terecht komen. Vooralsnog zullen de kennisinstellingen waar de 'pilot fabrieken' geplaatst zullen worden zeggenschap hebben over de exploitatie en commercialisatie. Ook hier wordt beoogd om op een termijn van 7 jaar genoeg inkomsten te generen om zelfvoorzienend te zijn zonder een winstoogmerk. De mogelijkheid bestaat dat deze faciliteiten op termijn wel winstgevend zullen zijn, naarmate het veld van regeneratieve geneeskunde zich verder ontwikkelt en substantiële inkomsten gegenereerd kunnen worden middels commercialisatie van IP. Bij financiering met behulp van een subsidie zonder verdere voorwaarden wordt bij voorbaat elke mogelijkheid om een eventuele upside ten goede te laten komen aan het publieke domein, bemoeilijkt. Het is daarmee de vraag of een subsidie het goede instrument is, vergeleken met bijvoorbeeld vormen van blended finance.

Overigens geldt ook bij deze aanvragen dat concrete business cases met zicht op rendabele en onrendabele delen ontbreken. De geprojecteerde kasstromen en andere relevante financiële variabelen zijn echter wel concreter dan in menige

andere aanvraag hetgeen doet vermoeden dat er bij de aanvragers meer informatie is dan voor ons zichtbaar in de aanvraag.

3.5. Groenvermogen

Dit programma beoogt een substantiële bijdrage te leveren aan de opschaling van waterstof en toepassing van groene elektronen bestaande uit grootschalige demonstratieprojecten, met een breed samenhangend onderzoeks- en innovatieprogramma en een sterke human capital agenda. Het programma heeft een totale omvang van €1.988 miljoen en vraagt een bijdrage van het Nationaal Groeifonds van €738 miljoen. Ook wordt toepassing van (groene) waterstof op veel terreinen genoemd, maar deze is door de beperkte beschikbaarheid van groene stroom schaars. In aanvullend beleid moet daarom geborgd worden dat de bijdrage alleen zit op toepassingen waar geen duurzaam alternatief voor groene waterstof voorhanden is. In de regel zijn deze toepassingen namelijk kostbaarder, en daarmee is ook het additionaliteitsrisico kleiner.

Voor de demonstratieprojecten wordt een bijdrage gevraagd van € 500 miljoen uit het Nationaal Groeifonds. Hierbij ligt de nadruk ligt op investeringsprojecten voor de opschaling van groene waterstofproductie via elektrolyse. Voor deze demonstratieprojecten gaat het voorstel ervan uit dat 70% privaat gefinancierd kan worden en de overige 30% publiek. Alhoewel deze percentages niet nader onderbouwd worden en volgens de aanvragers voortkomen uit de grenzen van het staatssteunkader, wordt op basis van een eerste voorzichtige Invest-NL analyse ingeschat dat een 30% subsidie op dit moment aanvaardbaar is. Momenteel zit er nog een forse onrendabele top op de productie van groene waterstof ten opzichte van de productie van grijze waterstof. De verwachting is wel dat deze onrendabele top in 2030 hoogstwaarschijnlijk zal verdwijnen als gevolg van een stijgende CO2-heffing. In het voorstel wordt hier geen rekening mee gehouden. Uit de tekst in het voorstel komt niet naar voren in hoeverre de aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn om het eerder genoemde aandeel van 70% te financieren. Een onderbouwde business case voor de individuele projecten gericht op de toepassing van waterstof ontbreekt. Ook een tijdlijn met verschuivende parameters rond additionaliteit (en teruglopend subsidiepercentage) ontbreekt.

De gevraagde ondersteuningsvraag voor het onderzoek- en innovatieprogramma vanuit het Nationaal Groeifonds is in totaal € 177 miljoen. Het onderzoek- en innovatieprogramma bestaat uit 7 werkpakketten welke zich richten op industrieel, toegepast of fundamenteel onderzoek (TRL 2-8). Voor dit onderdeel geldt dat de beschikbaarheid van kapitaal in de markt zeer afhankelijk is van de fase van de technologie en onderneming. Uit een onderzoek van Invest-NL onder deeptech start-ups blijkt dat er zowel een tekort aan financiering is in de seed fase als de opschalingsfase met tickets groter dan € 15mln, en bij de TRL`s 2 tot 6 is de mogelijkheid van marktfinanciering in Nederland beperkt. Wel is er op dit moment

veel enthousiasme over de mogelijkheden van waterstof in de energietransitie wat investeringen aantrekt. Daarom is het essentieel om een goede governance structuur op te zetten met duidelijke additionaliteitscriteria. Deze toets is onvoldoende uitgewerkt. Ook zijn er op dit gebied mogelijkheden om een deel van het IP of zelfs aandelen te verwerven en zo op termijn een deel van de subsidies terug te krijgen.

De human capital agenda moet leiden tot voldoende aanbod van geschoold personeel en faciliteert de uitwisseling van kennis en ervaringen tussen kennisinstellingen, bedrijfsleven en andere partijen. Deze aanvraag vanuit het Nationaal Groeifonds bedraagt in totaal € 50 miljoen. Additionaliteit in de zin zoals door ons geanalyseerd lijkt hierbij geen issue.

3.6. Brainportlijn

Brainportlijn is een vorm van een collectief zero-emissie, en zelfrijdend vervoersysteem rondom Eindhoven. De aanvraag is voor een eenmalige investering van € 1.042 miljoen waarvan € 982 miljoen voor het Infrastructurele gedeelte en € 60 miljoen voor innovatie. De volledige investering wordt aangevraagd bij het Nationaal Groeifonds.

Het infrastructurele gedeelte is bedoeld om infrastructuur te ontwikkelen in en rondom de stad Eindhoven en deze geschikt te maken voor de Brainportlijn. Voor dit type infrastructurele trajecten neemt meestal de Staat, de provincie en/of gemeentes de financiering op zich. Ook exploitanten en gebruikers kunnen in het algemeen een deel van de financiering op zich nemen bij dit type infrastructuur. Het is onduidelijk in welke mate deze routes zijn beproefd alvorens bij het Nationaal Groeifonds wordt aangeklopt.

Met betrekking tot het innovatieve gedeelte is het niet helder wie de specifieke bedragen ten goede komt. Gezien het grote aantal private partijen dat bij de aanvraag betrokken is als mogelijke partner, zou de verwachting zijn dat naast de inbreng van kennis en tijd er ook naar mogelijkheden zou moeten worden gekeken in hoeverre zij ook een inbreng kunnen doen in de vorm van kapitaal. Dit hangt ook af van hoe het een en ander gestructureerd gaat worden – i.e. wie wordt eigenaar van de innovatie en wat is het verdienmodel. Ook hier is een groot additionaliteitsrisico aanwezig, met name omdat informatie hierover totaal ontbreekt.

Een rudimentaire business case is aanwezig maar deze gaat vooral over de kosten en niet of nauwelijks over de baten of het onderliggende verdienmodel. Ook dat belemmert het zicht op de vraag of diegenen bij wie de baten vallen, ook kosten kunnen dragen.

3.7. Buisleidingen

De aanvraag betreft de aanleg van vier buisleidingen tussen de haven van Rotterdam en Chemelot. De eerste twee zijn gericht op regulier vervoer van gassen (butaan en propeen), de andere twee zijn transitieleidingen voor de vervoer van CO2 en waterstof. Op dit moment staat vast dat de eerste twee buizen worden meegenomen in de aanvraag. Voor de andere twee is dit nu nog niet duidelijk. Ook zijn er verschillende tracés mogelijk met verschillende aftakkingen en verbindingen naar het buitenland. De hoogte van de investeringen zijn afhankelijk van de keuze van het traject en het aantal buisleidingen. In de aanvraag wordt uitgegaan van de bouw van de eerste twee buisleidingen voor een totale investering van € 500 miljoen en een onrendabele top van € 200 miljoen.

Er is een haalbaarheidsstudie (hoge kwaliteit) aanwezig maar deze is beknopt. Zo is de hoogte van de onrendabele top nog niet bekend en het additionaliteitsrisico zonder nadere informatie, groot. Meer helderheid is nodig over bijvoorbeeld:

- Voor welke samenstelling van buisleidingen wordt er gekozen. Het vervoer van fossiele gassen (buizen 1 en 2) is eindig en het is de vraag of enkel aanleg van de transitieleidingen wellicht niet interessanter is en beter aansluit op bestaande initiatieven.
- Komt er daadwerkelijk een aansluiting met Vlaanderen en/ of Noordrijn-Westfalen.
- In de aanvraag wordt uitgegaan van een business case van 30 jaar terwijl de verwachte technische levensduur 40 tot 50 jaar is.
- Momenteel worden alle gassen per spoor vervoerd. In de aanvraag wordt onvoldoende gekeken naar hoe de daling van deze kosten voor de private partijen ten goede kan komen aan het business model van de buisleidingen. Sowieso is het verdienmodel van de buisleidingen op dit moment onvoldoende duidelijk.
- Daarbij is het onduidelijk in hoeverre er gekeken is naar een eventuele overname van bestaande buisleidingen die te kampen hebben met onderbenutting en uitfasering. Zoals bijvoorbeeld die nu gebruikt worden voor Nederlands (hoog calorische / Groningse-) aardgas.
- Het is onduidelijk hoe dit project zich verhoudt met de core business en bestaande buisleidingen van bestaande partijen – Gasunie/Gasterra, EBN, Shell etc.

4. Conclusies en Adviezen

4.1. Algemene observaties en conclusies

Uit de analyses van de aanvragen bij het Nationaal Groeifonds op basis van de voor ons beschikbare informatie, vallen de volgende algemene conclusies te trekken in antwoord op de vraag of de aanvragen substantiële additionaliteitsrisico's met zich mee brengen.

1. Er spelen bij vrijwel alle aanvragen substantiële additionaliteitsrisico's op basis van de nu beschikbare informatie.

De belangrijkste reden hiervoor is de afwezigheid van concrete informatie m.b.t. concrete financieringen (aard en omvang) en de manier waarop in een business case gekomen wordt tot het bepalen van een rendabel financierbaar deel en een onrendabele top. Ook informatie over financieringsrisico's die bijvoorbeeld samenhangen met het Technology Readiness Level is niet of nauwelijks aanwezig. Een indicatie dat de gehanteerde bedragen en percentages ook niet bottom up tot stand zijn gekomen (vanuit concrete business cases) maar eerder het karakter hebben van werkhypotheses, is gelegen in het feit dat het veelal om afgeronde bedragen en ronde getallen gaat en om ronde percentages die 'across the board' worden toegepast.

2. De belangrijkste oorzaak van deze gebrekkige informatie lijkt gelegen in het feit dat veel aanvragen op een hoog abstractieniveau zijn geformuleerd (grote bedragen, macro ambities) terwijl additionaliteit in wezen slechts bepaald kan worden op het niveau van een concrete financieringsaanvraag en business case.

Dit probleem begint bij de constatering dat het ook voor ons moeilijk is om vast te stellen welke bedragen uit de aanvraag nu precies voor welke doelen worden aangewend. Ook de driedeling in domeinen van het Nationaal Groeifonds (Kennis; Infrastructuur; Research & Development & Innovatie) is niet eenduidig en laat ruimte voor meerdere interpretaties, laat staan dat duidelijk valt vast te stellen welke bedragen uiteindelijk ten goede komen van bedrijven of bedrijvigheid.

Ook in die gevallen waarin een groeifondsbijdrage wordt gevraagd en vervolgens wordt betoogd dat tenders of calls zullen worden georganiseerd om dit geld verder richting aanvragers te kunnen alloceren, is op geen enkele manier in een governance voorzien die borgt dat in die latere fase van tenders of calls de oorspronkelijke bestedingsdoeleinden en toetsingscriteria overeind blijven.

3. Vaak is er sprake van een additionaliteitsrisico omdat informatie ontbreekt, in sommige gevallen zien wij evenwel nadrukkelijke aanknopingspunten voor een succesvolle aanvraag bij het Nationaal Groeifonds.

Dit heeft bijvoorbeeld te maken met het feit dat in sommige aanvragen nadrukkelijk aangeknoopt wordt bij bekende karakteristieken van de Nederlandse financieringsmarkt. Zo is het zonder meer een feit dat opschaling van industriële innovaties vaak hoge bedragen vraagt en gepaard gaat met zodanige risico's dat het aanbod van risicokapitaal op de Nederlandse financieringsmarkt beperkt is; dit is bijvoorbeeld relevant voor de waterstofaanvraag Groenvermogen. Ook weten wij dat het aantal partijen dat in Nederland bereid is substantieel te investeren in deep tech zoals quantumtechnologie, beperkt is. En ook is het bijvoorbeeld zo dat de financiering van Regmed zich naar alle waarschijnlijkheid precies qua TRL en fase (proeffabriek/labruimte) in de bekende 'valley of death' bevindt waar het moeilijk is groeikapitaal voor te vinden bij Nederlandse financiers. Een subsidie vanuit het Nationaal Groeifonds kan in dit soort gevallen bij een nadere precisering van de aanvraag wel degelijk (geheel of gedeeltelijk) aan de orde zijn.

Een ander relevant verschil tussen de verschillende aanvragen is gelegen in het feit dat sommige aanvragers wel degelijk in gaan op de noodzaak van een vervolgprocedure waarmee bepaald moet worden hoe de toebedeelde gelden uit het Nationaal Groeifonds uiteindelijk bij concrete aanvragers van financiering terecht komen, en hoe daarbij de oorspronkelijke criteria zoals additionaliteit recht wordt gedaan. In geen enkele aanvraag is deze procedure in detail beschreven, maar bij Foodswitch en Groenvermogen blijkt wel veel meer bewustzijn van deze kwestie dan bij bijvoorbeeld AINed.

4. Vaak is er sprake van een additionaliteitsrisico omdat informatie ontbreekt, in sommige gevallen lijkt er echter evident sprake te zijn van het ontbreken van additionaliteit, zowel ten opzichte van private als publieke alternatieven.

Zo wordt in een aantal aanvragen (QDelta, Foodswitch, Groenvermogen) expliciet fondsen en subsidies aangevraagd ter stimulering van start-ups terwijl we op dit punt in Nederland een rijk aanbod aan financierings- en subsidie-instrumentarium hebben bij provincies, RVO en ROM's. In de aanvragen wordt nergens betoogd waarom dit aanbod onvoldoende of onvoldoende passend zou zijn.

Ook wordt bij een aantal aanvragen (bv bij QDelta en AINed) expliciet beargumenteerd dat een aantal potentiële innovaties "dicht bij de markt staan" en hoge TRL's kennen. Dit wordt als argument gebruikt om de kansrijkheid van het voorstel te onderstrepen maar is net zo goed een bevestiging van een substantieel additionaliteitsrisico: als iets dicht bij de markt staat en een hoge TRL kent, neemt de mogelijkheid van marktfinanciering navenant toe. Overigens kan ook bij een hoge TRL nog steeds sprake zijn van onvoldoende financieringsaanbod, bijvoorbeeld omdat de tickets te groot zijn. Of dat hier het geval is valt uit de aangeleverde informatie niet op te maken.

Bij de aanvragen wordt tevens onvoldoende duidelijk gemaakt welke private co-financiering voorhanden is, of dat de groeifondsaanvraag juist private inleg verdringt. Gezien de aanwezigheid van grote multinationals met een aanzienlijke

balans roept dit bijvoorbeeld vragen op bij AINed, Qdelta en Groenvermogen. Het aandeel private co-financiering in aanvragen is overwegend gebaseerd op de maximale ruimte die het Staatssteunkader daarvoor biedt. Dit kader richt zich echter in de eerste plaats op het voorkomen van verstoring van de Europese interne markt, en niet perse op het borgen van additionaliteit van publieke financiering t.o.v. private mogelijkheden. Het biedt dus wel een maximum voor de publieke bijdrage, maar niet een richtsnoer voor de *noodzakelijke* publieke bijdrage t.o.v. privaat. Het aandeel publieke financiering t.o.v. privaat moet daarom inhoudelijk onderbouwd worden, en niet gebaseerd op een Staatssteunkader.

Ook is het zo dat bij een aantal aanvragen voor de hand liggende verdienmodellen die het voor marktpartijen mogelijk zouden kunnen maken om te investeren, niet afgewogen lijken te worden. Met name bij voorstellen die vormen van infrastructuur betreffen (Buisleidingen, QDelta, Health RI, Brainportlijn en in zekere zin ook AINed) is het volstrekt onduidelijk waarom een subsidie nodig is in plaats van een vorm van voorfinanciering met gebruikersbijdragen waaruit de voorfinanciering wordt terugbetaald. Het is mogelijk deze voorstellen verder te structureren en aan te scherpen op dat vlak.

5. Het proces van aanvragen bij en beoordelingen van die aanvragen door het Nationaal Groeifonds is niet optimaal ingericht met het oog op het beoordelen en vermijden van additionaliteitsrisico's.

Veel van bovenstaande geconstateerde gebreken in de aanvragen lijken te verklaren uit onbekendheid bij de aanvragers m.b.t. wat er precies getoetst wordt als het gaat om additionaliteit. Deze onbekendheid is mede in de hand gewerkt omdat in het format waaraan de aanvraag moet voldoen, geen eisen zijn opgenomen m.b.t. argumenten die moeten worden aangeleverd of informatie waarin moet worden voorzien in het kader van de additionaliteitstoets.

4.2. Specifieke observaties en conclusies

Bij de specifieke aanvragen passen volgende specifieke opmerkingen.

4.2.1. Foodswitch

In het voorstel Foodswitch zitten tal van initiatieven die waarschijnlijk uit het Nationaal Groeifonds zijn te subsidiëren zonder additionaliteitsproblemen. Het probleem is dat deze initiatieven in samenhang worden gepresenteerd met initiatieven waarbij wel degelijk additionaliteitsproblemen kunnen worden verwacht en het onduidelijk is welk geld precies waar terecht komt en op basis van welke business case en welke toewijzingsprocedure.

4.2.2. QDelta

Hoewel er evident weinig financiers op de markt zijn voor de financiering van hoog risico deep tech, zoals kwantumtechnologie, laten de aanvragers veel ruimte voor vragen over de additionaliteit van subsidiëring uit het Groeifonds. Dit heeft met name te maken met het ontbreken van business cases en getoetste verdienmodellen en het evident voorsorteren op gebieden waar wél alternatieve financiering op de markt aanwezig is (zowel bij seed/pre-seed/start-ups als bij hoge TRL's).

4.2.3. AINed

Het voorstel inzake AINed is het meest algemeen van de bestudeerde voorstellen en ontbeert daarmee meer dan de andere voorstellen noodzakelijke informatie over verdienmodellen en business cases.

4.2.4. Regmed en Health RI

Voor deze beide voorstellen bestaan goede kansen voor subsidiëring vanuit het Nationaal Groeifonds zonder additionaliteitsproblemen. De uitdaging ligt vooral bij de vraag of subsidie het meest geëigende instrument is, of dat voorfinanciering/leningen in combinatie met gebruikersbijdragen en profit sharing arrangementen of vormen van blended finance niet meer voor de hand ligt.

4.2.5. Groenvermogen

De veronderstelling van de indieners van de aanvraag dat de onrendabele top zodanig is dat een subsidie van gemiddeld 30% gepast is, kan goed kloppen. Het probleem is vooral dat dit een gemiddelde is wat niet noodzakelijk op gaat voor elke individuele aanvraag en dat dit percentage in de loop der tijd zal zakken, wat zou nopen tot een afbouw van het subsidiepercentage over de jaren heen. Beide aspecten zijn door de aanvragers niet in hun aanvraag verwerkt.

4.2.6. Brainportlijn

Uit de aanvraag voor de Brainportlijn wordt onvoldoende duidelijk in hoeverre aanvragers zich over verschillende verdienmodellen hebben gebogen en in hoeverre partners en stakeholders gevraagd en bereid zijn te co-investeren.

4.2.7. Buisleidingen

Het lijkt ons goed mogelijk dat het op enig moment verstandig is de aanleg van buisleidingen mede met een subsidie uit het Nationaal Groeifonds te financieren. Op dit moment zijn de risico's voor marktpartijen te hoog, vooral omdat de precieze scope van deze aanvraag te onduidelijk is. De conclusie moet niet zijn dat daarmee subsidiëring additioneel is maar dat het verstandig is eerst een aantal van de risico's en onzekerheden beleidsmatig te verkleinen zodat de investering alsnog aantrekkelijker wordt voor marktpartijen.

4.3. Opties en aanbevelingen voor de korte termijn

In de vorige paragraaf hebben wij per aanvraag suggesties gedaan om het additionaliteitsrisico te verlagen. Meer in zijn algemeenheid zijn diverse interventies mogelijk om het additionaliteitsrisico te verlagen bij de huidige set aanvragen bij het Nationale Groeifonds en toch substantiële bedragen toe te kennen. Al of niet in combinatie met elkaar kan gedacht worden aan de volgende opties:

1. Het grootste additionaliteitsrisico ligt bij Research & Development & Innovatie. Het kleinste additionaliteitsrisico ligt bij Kennisontwikkeling.
   - Het is mogelijk in deze ronde enkel (delen van) aanvragen te honoreren die betrekking hebben op Kennisontwikkeling of op Kennisontwikkeling en Infrastructuur. Op deze manier wordt tijd gewonnen om de procedure rond het toekennen van gelden voor R&D&I te herontwerpen met het oog op de additionaliteitsrisico's.
     - Zoals eerder betoogd, deze benadering kan op problemen stuiten omdat de indeling in de drie domeinen van het Nationaal Groeifonds niet eenduidig lijkt te zijn en vatbaar is voor meerdere interpretaties.

2. De investeringskosten van infrastructurele voorzieningen kunnen i.h.a. op zijn minst ten dele terugbetaald worden door gebruikers of terugverdiend worden door exploitanten.
   - Aan de beoogde gebruikers en/of exploitanten kan gevraagd worden hoe zij de investeringskosten kunnen terugbetalen/terugverdienen. Op basis van het antwoord kan besloten worden tot (gedeeltelijke) voorfinanciering of subsidiëring.
     - Hierbij moet wel bedacht worden dat het Nationaal Groeifonds wellicht niet zelf de juiste instantie is om met leningen (voorfinanciering) te werken. De bijdrage van het Nationaal Groeifonds zou dan dus 'doorgegeven' moeten worden via een andere entiteit.

3. Veel additionaliteitsrisico's worden veroorzaakt door het ontbreken van business- en financieringscases.
   - Business en financieringscases kunnen alsnog uitgevraagd worden.

- Dit lijkt ons weinig realistisch. Veel van die cases zijn nog niet bekend en zullen ook in de tijd zich pas de komende jaren laten concretiseren.

4. Omdat business en financieringscases niet op korte termijn beschikbaar zullen zijn, kan ook ingezet worden op een gedegen procedure waarin wordt veiliggesteld dat toegekende gelden ook daadwerkelijk terecht komen bij aanvragen die de toets van additionaliteit kunnen doorstaan.
   - Het is mogelijk de gelden voorwaardelijk toe te kennen en pas definitief als de procedure ook is goedgekeurd.
     - Dit is niet zonder nadelen. Ook de voorwaardelijk toegekende subsidie werkt verlammend op partijen om zich in te spannen voor marktfinanciering. Daarnaast is het de vraag of het verstandig is het ontwerpen van de procedure in handen te leggen van de aanvragers die er een belang bij hebben de onrendabele top (en dus de subsidie) zo groot mogelijk te laten zijn.

5. De procedure voor het toekennen van gelden met een additionaliteitsrisico kan volledig losgekoppeld worden van de toedeling van de andere gelden. Uitkering van dit deel van de aangevraagde gelden vindt dan niet plaats op het moment dat de procedure is goedgekeurd (zoals in punt 4 hierboven) maar pas op het moment dat financiering op basis van een concrete aanvraag met business case e.d. wordt aangevraagd.
   - Het is mogelijk aanvragers door te verwijzen naar een financieringsinstantie waar (1) de optimale financiering wordt vormgegeven en (2) de uiteindelijke financiering wordt gedaan. De subsidie van het Nationaal Groeifonds gaat dan niet rechtstreeks naar de aanvragers maar naar deze instantie. Bij deze instantie worden de business cases beoordeeld en de juiste verhouding tussen marktfinanciering en subsidie (onrendabele top) vastgesteld en uitgekeerd. Structurering van de optimale financiering en inzet van het juiste instrument, wordt hier bepaald. Dit is een proces wat zich over vele jaren uit strekt. Het ritme van uitbetaling wordt bepaald door de momenten waarop financieringsaanvragen concreet worden.
     - De nadelen van de vorige optie zijn dan niet aan de orde.
     - Wel is het de vraag of dit op korte termijn te realiseren is. Daarom herhalen wij deze suggestie in de volgende paragraaf.

4.4. Opties en aanbevelingen voor de langere termijn

Er is tijd om voor een volgende set aanvragen een betere procedure af te spreken waarbij de kans op additionaliteitsrisico's aanmerkelijk verkleind wordt. Daarbij kunnen de volgende opties, al of niet in combinatie, in overweging genomen worden:

1. Aanvragers wordt een duidelijker beeld geschetst van wat er onder additionaliteit wordt verstaan, hoe dit wordt getoetst en welke data daarvoor moeten worden opgeleverd.
    - Voor de korte termijn is dit wellicht geen oplossing omdat dit de lopende aanvragen ernstig zou vertragen. Voor de langere termijn lijkt het ons nadrukkelijk wel een optie.
    - Cruciaal is een goede definitie van additionaliteit. Daarbij dient helder te worden gemaakt welke alternatieven afgewogen moeten worden ten opzichte van subsidiëring uit het Nationaal Groeifonds, zoals daar zijn:
        - Beleid en regulering;
        - Beschikbare subsidies (bv bij RVO en NWO);
        - Beschikbare publiek/private financiering (ROM's, provincies en Invest-NL) inclusief instrumenten die privaat niet ingezet kunnen worden (blended finance; lange looptijden; hybriden);
        - Beschikbare private financiering.

2. Het Nationaal Groeifonds kan ook zelf voorsorteren op bovenstaande overwegingen door bepaalde aanvragen niet meer in overweging te nemen. Dan valt bijvoorbeeld te denken aan:
    - Subsidies voor start-ups;
    - Kleine kredieten voor start-ups;
    - Financiering bij TRL 7-9.

Het is de vraag of dit voldoende is om de geconstateerde problemen op te lossen. Eerder constateerden wij immers al dat veel uit de aanvraag bij het Nationaal Groeifonds voortvloeiende financieringsaanvragen, zich pas in de loop der tijd zullen laten concretiseren. Dan lijkt het een betere optie een procedure te ontwerpen die niet het karakter van een vroegtijdig uitgeschreven blanco cheque heeft maar er in voorziet dat financiering geboden kan worden op het moment dat de aanvraag concreet is en concreet getoetst kan worden (o.a. op additionaliteit).

3. Een aantal organisaties is al toegerust op financieren en subsidiëren, ook in de sfeer van de gedane aanvragen.
    - Het Nationaal Groeifonds dient met name haar positie te bepalen ten opzichte van NWO (bij de financiering van onderzoek), RvO (bij subsidies en kleine kredieten voor startende ondernemers), de ROM's en Invest-NL (voor risicodragende financiering in samenwerking met marktpartijen).

4. Een apart loket kan worden opgericht waar in opdracht van het Nationaal Groeifonds alle aanvragen die ondernemingsfinanciering betreffen, worden afgehandeld.
    - Het is mogelijk aanvragers door te verwijzen naar een financieringsinstantie waar (1) de optimale financiering wordt vormgegeven en (2) de uiteindelijke financiering wordt gedaan. De

subsidie van het Nationaal Groeifonds gaat dan niet rechtstreeks naar de aanvragers maar naar deze instantie. Bij deze instantie worden de business cases beoordeeld en de juiste verhouding tussen marktfinanciering en subsidie (onrendabele top) vastgesteld en uitgekeerd. Structurering van de optimale financiering en inzet van het juiste instrument, wordt hier bepaald. Dit is een proces wat zich over vele jaren uit strekt. Het ritme van uitbetaling wordt bepaald door de momenten waarop financieringsaanvragen concreet worden.

5. Het dient aanbeveling dat het Nationaal Groeifonds en daarbij aangesloten expertorganisaties zelf komen met thema's die bijdragen aan het toekomstig verdienvermogen van Nederland, met bijbehorende kenmerken en criteria, waarop het partijen uitnodigt aanvragen in te dienen. Zo wordt het publieke belang voorop gesteld, en het risico binnen de huidige opzet verkleind dat marktpartijen voor eigen voordeel een aanvraag indienen. Ook vindt daarmee een meer open benadering van de markt plaats, terwijl in de huidige opzet niet bekend is welke partijen nog meer een aanvraag zouden kunnen doen binnen een bepaald thema.[1]

[1] Deze aanbeveling sluit nauw aan bij het missie-gedreven innovatiebeleid zoals dat door de internationaal gerenommeerde econoom Mariana Mazzucato bepleit wordt en door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat inmiddels omarmd is. Mazzucato omschrijft het als volgt: "Missions are about setting concrete directions, which of course must be picked, that is, chosen strategically. The choice is not whether to pick but how: picking directions is not the same thing as "picking winners" in the sense of picking individual firms or sectors. It is about deciding that a transformation must occur in society—and making it happen. The direction will require different missions, which provide a focusing device for the different actors and sectors to collaborate to concretely achieve it. Thus missions require picking the willing: those organizations across the economy (in different sectors, including both the public and private sphere) that are "willing" to engage with a societally relevant mission."(Oxford Academic, Industrial and Corporate Change, Volume 27, Issue 5, October 2018, Pages 803–815)

5. Bijlage 1: het afwegingskader

Invest-NL adviseert het Nationaal Groeifonds over het additionaliteitsrisico wat samenhangt met de verschillende aanvragen bij het NG. Invest-NL definieert het additionaliteitsrisico als volgt:

Het **additionaliteitsrisico** is het risico dat subsidie wordt verstrekt terwijl marktfinanciering mogelijk is. **Marktfinanciering** is financiering door een marktpartij op basis van een rendabele business- en financieringscase.

Hierbij passen de volgende kanttekeningen:

- Onder marktpartijen worden ook begrepen ROM's, provincies en Invest-NL voorzover zij niet werken met subsidies maar marktconform financieren
- Bij het beschrijven van mogelijke marktfinanciering zal waar mogelijk onderscheid gemaakt worden tussen financiering door Nederlandse, Europese of niet-Europese marktpartijen
- De beschikbaarheid van subsidies (bijvoorbeeld vanuit RVO of Europa) valt strikt genomen niet onder marktfinanciering. Waar nodig en mogelijk zullen wij wel op deze mogelijkheden wijzen.

Bij de bepaling van het additonaliteitsrisico betrekken wij de volgende zaken ***niet***:

- In de analyse wordt wel betrokken of marktfinanciering mogelijk is maar niet of de marktfinanciering ook daadwerkelijk plaats vindt. Dit treedt bijvoorbeeld op als marktpartijen geen vertrouwen hebben in plannen, management team of business case of als elders een geïnvesteerde euro beter rendeert. Dit is precies hoe de markt wordt geacht te werken en daarmee geen dwingende reden voor overheidsfinanciering. Zou de overheid hier toch subsidiëren, dan vindt de facto verdringing (van de afwegingen van) marktpartijen plaats. Een uitzondering op die regel is de situatie waarin marktfinanciering mogelijk is maar er te weinig aanbieders van kapitaal op de (Nederlandse) kapitaalmarkt actief zijn. Subsidies uit het Nationaal Groeifonds verdringen dan geen marktpartijen want die marktpartijen zijn er niet. Deze situaties zullen wij, voorzover voor ons waarneembaar, wel in onze analyse betrekken.
- Invest-NL bepaalt het additionaliteitsrisico maar weegt het niet, d.w.z. wij doen geen uitspraak over hoe dit risico af te wegen tegen andere aspecten. Een bekend voorbeeld stamt uit de wereld van de infrastructuur. Veel infrastructuur kan prima door de markt gefinancierd worden als marktpartijen een fee mogen vragen voor toegang en gebruik. Het additionaliteitsrisico is dan hoog. Politiek wordt marktfinanciering niettemin vaak onwenselijk geacht en wordt vervolgens publieke subsidiëring meer passend geacht. Wij spreken ons daar niet over uit en

zouden ons in dit geval beperken tot het aangeven van het additionaliteitsrisico.

Voor de bepaling van het additionaliteitsrisico, neemt Invest-NL de volgende analytische stappen:

1. Analyse van het bedrag 'at risk'
2. Analyse van de argumenten en onderbouwing in de aanvraag
3. Analyse van de financieringsmogelijkheden en -alternatieven op basis van marktkennis

Ad.1; analyse van het bedrag 'at risk'

De aanvragen betreffen grote bedragen die niet altijd even transparant zijn opgebouwd. De eerste stap in de analyse zal dan ook zijn te bepalen wat de omvang van het bedrag is waar een additionaliteitsrisico aan verbonden is.

De aanvragen bij het Nationaal Groeifonds zien op de domeinen 1) kennisontwikkeling; 2) research en development en innovatie; 3) infrastructuur. In zijn algemeenheid zal het zo zijn dat het additionaliteitsrisico bij aanvragen op het domein 'kennisontwikkeling' klein is voorzover het gaat over klassieke financiering van onderwijs en onderzoek. Dat geldt mutatis mutandis ook voor aanvragen op het gebied van research en development, zeker voorzover dit plaats vindt binnen kennisinstellingen. De mogelijkheden van marktfinanciering worden snel groter bij aanvragen op het gebied van innovatie omdat het daarbij al snel over financiering van startende of jonge ondernemingen gaat. Ook bij infrastructuur is vaak marktfinanciering goed mogelijk. Op deze manier zullen de bedragen in de aanvragen 'uiteen' moeten worden 'getrokken' zodat zo precies mogelijk kan worden vastgesteld op welk deel van de aanvraag (of: het aangevraagde bedrag) welk additionaliteitsrisico van toepassing is.

Ad 2; analyse van de argumenten en onderbouwing in de aanvraag

Wij onderscheiden de volgende additionaliteitsrisico's:

- Er is onvoldoende onderbouwing van een onrendabele business case of een onrendabele top. Hier gaat het om de vraag of voldoende is aangetoond dat de baten van een investering niet of onvoldoende terug (kunnen) komen bij de partij die de investering doet en dus de kosten maakt.
- Er is onvoldoende onderbouwing dat marktfinanciering niet aanwezig is. Hier gaat het om de vraag of partijen zelf blijk geven van inzicht in en aftasting van de financieringsmogelijkheden in de markt.
- Er zijn onvoldoende waarborgen ingebouwd dat de aangevraagde middelen aangewend worden voor het doel waarvoor ze bedoeld zijn. Hier gaat het

om de vraag hoe specifiek de aanvraag is m.b.t. het antwoord op de vraag hoe de uiteindelijke toedeling van de middelen -na toekenning uit het Nationaal Groeifonds- richting de onderliggende individuele aanvragen en ondernemingen verloopt. Wordt er dan bijvoorbeeld (nogmaals) getoetst op additionaliteit?

Bovenstaande vragen zullen worden beantwoord op basis van de informatie in de aanvraag.

Ad 3; analyse van de financieringsmogelijkheden op basis van marktkennis

Ook zonder dat daar in de aanvraag veel informatie over wordt gegeven, kan iets gezegd worden over de mate waarin marktfinanciering wel of niet aanwezig is. Op basis van onze kennis van de financieringsmarkt kan een inschatting gemaakt worden waarbij o.a de volgende -deels overlappende- aspecten een rol spelen:

- Fase:
    - In Nederland is relatief veel subsidiegeld beschikbaar (via RVO) en relatief veel kleine financieringen mogelijk (via ROMs en provincies) voor bedrijven in de allervroegste fase maar relatief weinig voor de daaropvolgende fase van snelle groei (eerste en tweede valley of death). Ook de verschillen in TRL (technology readiness level) zijn hier bepalend: bij een lagere TRL is ondernemingsfinanciering moeilijker te krijgen dan bij een hogere TRL.
- Kapitaal:
    - In Nederland is relatief veel krediet en subsidie beschikbaar en relatief minder eigen vermogen of junior debt (risicodragend groeikapitaal).
- Ticket size:
    - In Nederland is relatief veel financiering beschikbaar voor kleinere financieringen en relatief minder voor grotere financieringen.
- Sector & technologie:
    - In Nederland is bijvoorbeeld meer kapitaal aanwezig voor bepaalde Life Sciences en AI/ICT investeringen maar relatief minder voor deeptech en cleantech. Dit hangt mede samen met de factoren hierboven.

Een conclusie is dat in zijn algemeenheid in Nederland marktfinanciering moeilijk te krijgen is voor kapitaalintensieve scale-ups en een stuk makkelijker voor kleinere start-ups in bijvoorbeeld life sciences en AI/ICT. Dit soort inzichten zullen concreet gemaakt worden bij de specifieke aanvragen.

6. Bijlage 2 Deelanalyses werkblokken (ongeredigeerd)

6.1 FoodSwitch

	Vraag	Format van het antwoord
1	Omschrijf kort de aanvraag en de beoogde aanwending van de gevraagde middelen	<u>Aanvraag</u> Het voorstel FoodSwitch beoogt de mondiale voedselproductie te verduurzamen en het lange termijn duurzaam verdienvermogen van Nederland te verhogen door te investeren in de ontwikkeling van innovatieve technologieën, diensten en systemen/concepten in het Nederlandse agrofood en tuinbouw O&I systeem. Foodswitch betreft een nieuw op te richten stichting bestaande uit een brede coalitie uit het O&I systeem, waaronder multinationals, MKB's, onderwijs- en kennisinstellingen, organisaties vanuit de agrarische, tuinbouw, food en technische sector, natuur- en maatschappelijke organisaties, regionale ontwikkelingsmaatschappijen en verschillende regionale en nationale overheden. De initiatiefnemers staan open voor andere manieren van organiseren en aansturing, bijvoorbeeld onderbrengen bij reeds bestaande uitvoeringsorganisatie van de overheid. FoodSwitch zal het verdienvermogen van Nederland versterken door te werken vanuit een strakke inhoudelijke focus waarbinnen in roadmaps met steeds nieuwe samenwerkingen innovaties worden gerealiseerd. FoodSwitch zal werken vanuit drie programmalijnen: 1. Precision Food systems 2. Protein Shifts 3. Circulair Food Chains Op de drie programmalijnen staan drie categorieën sleuteltechnologieën centraal om de omschakelingen te versterken: I. Biotechnology and Breeding II. Information Technology III. Smart Systems Het programma is opgedeeld in twee fases, fase 1 van 2021-2025 en fase 2 van 2026-2031. Op de 9 kruispunten van deze programmalijnen en de sleuteltechnologieën zijn er voor de eerste fase (2021-2025) in totaal 8 roadmaps geïdentificeerd. Niet volledig duidelijk wat exact een roadmap samenbrengt in deze, alsmede welke verscheidenheid aan projecten (en businesscases) hieronder liggen (eerder voorstel sprak over 32 projecten). FoodSwitch beoogt hierin een kraamkamer worden van nieuwe modellen, concepten en technische oplossingen en richt zich daarbij op TRL ('Technology Readiness Level') 4 tot en met 9 en daarna (2021-2031). De diverse roadmaps zien toe op een diversiteit aan sub-segmenten en worden uitgevoerd door een diversiteit aan samenwerkingsorganisaties. Uiteindelijk zouden er via de diverse roadmaps meer dan 1.500 bedrijven betrokken worden.

<table>
<tr>
<td></td>
<td></td>
<td>
<u>Inzet Middelen</u>
Het totale FoodSwitch programma heeft een omvang van 1 G€ met een duur van 10 jaar. De eerste fase (2021-2025) heeft een omvang van 461 M€ met een gevraagde bijdrage vanuit het groeifonds van 276 M€. In een volgende fase zullen nieuwe roadmaps worden uitontwikkeld en deze fase zal naar verwachting 539 M€ bedragen met een gevraagde bijdrage vanuit het groeifonds van 224 M€. Bij een maximaal subsidiepercentage van 50% en een subsidie van 500 M€ vanuit het Nationaal Groeifonds zullen deelnemers van het programma tenminste 500 M€ in cash of ‘in-kind’ mee-investeren.

In onderstaand tabel wordt er toegelicht hoe de middelen worden ingezet, op basis van de geïdentificeerde roadmaps in de eerste fase:

<table>
<tr><th>Onderdelen/roadmaps</th><th>Totale kosten [M€]</th><th>Private bijdrage [M€]</th><th>Publiek overig [M€]</th><th>Bijdrage Groeifonds [M€]</th><th>Verdienvermogen [M€]</th></tr>
<tr><td>1. Autonomous Adaptive Greenhouses</td><td>45,50</td><td>21,00</td><td>1,75</td><td>22,75</td><td>2.000</td></tr>
<tr><td>2. Circular Food Chains</td><td>90,00</td><td>31,00</td><td>14,00</td><td>45,00</td><td>2.000</td></tr>
<tr><td>3. Indoor Farming</td><td>18,00</td><td>8,00</td><td>1,00</td><td>9,00</td><td>1.500</td></tr>
<tr><td>4. NXT Biologicals</td><td>50,00</td><td>21,00</td><td>4,00</td><td>25,00</td><td>500</td></tr>
<tr><td>5. The Global Protein Shift Powerhouse</td><td>126,50</td><td>47,50</td><td>15,75</td><td>63,25</td><td>8.000</td></tr>
<tr><td>6. Biodiversiteit Dashboards</td><td>10,80</td><td>1,60</td><td>3,80</td><td>5,40</td><td>250</td></tr>
<tr><td>7. Consumer Tech</td><td>74,00</td><td>39,00</td><td>0,50</td><td>34,50</td><td>800</td></tr>
<tr><td>8. Smart Food Factory</td><td>46,50</td><td>16,00</td><td>9,90</td><td>20,60</td><td>3.000</td></tr>
<tr><td>Totaal Roadmaps</td><td>461</td><td>185</td><td>51</td><td>226</td><td>18.050</td></tr>
<tr><td>Management</td><td>20,00</td><td>-</td><td>-</td><td>20,00</td><td></td></tr>
<tr><td>Organiserend vermogen</td><td>65,00</td><td>-</td><td>35,00</td><td>30,00</td><td></td></tr>
<tr><td>Totaal Project</td><td>546</td><td>185</td><td>86</td><td>276</td><td></td></tr>
<tr><td>Percentage</td><td>100%</td><td>34%</td><td>16%</td><td>50%</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
NB De totale kosten voor het project zoals vermeld in bovenstaand tabel (546 M€) lijkt niet overeen te komen met de totale kosten zoals eerder vermeld (461 M€).
</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>Geef aan welk deel van het aangevraagde bedrag ten goede komt aan welk domein van het NG?</td>
<td>
Research, development en innovatie
Gevraagde uiteenzetting van bedragen kan op dit moment niet als dusdanig gedefinieerd worden vanuit de diverse roadmaps en kruispunten. In het voorstel wordt aangegeven dat FoodSwitch qua zwaartepunt zal bijdragen aan research, development en innovatie en secundair zal bijdragen aan kennisontwikkeling via de aangesloten kennisinstellingen. Onderbouwing van het incidentele karakter van de subsidie is beperkt en huidige aanvraag lijkt toe te zien op meer structurele subsidie behoefte.
</td>
</tr>
</table>

3	Geef aan welk deel van het bedrag specifiek bedoeld is voor ondernemingen?	• Spin offs, start ups, scale ups of mature ondernemingen in een consortium • Specifieke toedeling en oogmerk beschreven Uit het voorstel komt naar voren dat, in de eerste fase van het project, van de totale bijdrage van 276 M€ vanuit het Nationaal Groeifonds er 160,6 M€ zal worden geïnvesteerd in ondernemingen/projecten. Daarnaast is er bij elke roadmap aangegeven hoe de bijdrage vanuit het Nationaal Groeifonds is verdeeld over de verschillende partners (bedrijven, kennisinstellingen en overig), maar de bedragen en onderbouwing bedoeld voor ondernemingen is niet uitgesplitst per individuele onderneming. Op basis van het gesprek van 21 januari 2021 met de initiatiefnemers kwam naar voren dat de middelen vooral ingezet zullen worden voor R&D en niet ter financiering van individuele bedrijven. Dit maakt additionaliteit lastiger aantoonbaar omdat het uiteindelijke verdienmodel veelal buiten het project/consortium zal plaatsvinden. Positief is de grote betrokkenheid van grote en kleinere bedrijven die bijdrages leveren binnen de diverse roadmaps. Hierbij vallen de volgende zaken op (“observaties”) - Zwaartepunt uitgaven gefinancierd door subsidie ligt in beginjaren, bij voorkeur loopt dit tegelijk op en/of gaat privaat geld eerst. - Zwaartepunt bijdragen deelnemers is ‘in-kind’, waardoor daadwerkelijke specificatie van bijdrage lastiger is om te beoordelen/duiden. Initiatiefnemers hebben aangegeven dit aandachtspunt te onderschrijven, goede borging noodzakelijk. - Belangrijk gedeelte van de consortia en roadmaps moet nog worden gevormd, waardoor onderbouwing van budgetten neerkomt op ronde bedragen in voorliggend voorstel. - Bijdrage subsidie vanuit Nationaal Groeifonds wordt standaard gezet op 50% ter matching bij alle roadmaps, hetgeen impliceert dat er geen gedetailleerde afweging is gemaakt per roadmap van de bedragen. o Initiatiefnemers hebben aangegeven dit per aanvraag te willen borgen in het aanvraagproces middels een procedure die is opgezet. Invest-NL onderschrijft de juiste intenties en bedoeling, maar zou hier wel voorstander ervan zijn om een goede afweging te maken van (uiteindelijke) belangen i.c.m. besluitvorming.
4	Geef aan in welke mate een onderbouwde business case onderdeel is van de aanvraag, waaruit blijkt welk deel rendabel is en welk deel onrendabel?	• Niet aanwezig • Algemene beschrijving van kwantitatieve en kwalitatieve businesscase • Betrokken partner, mate van detail en beschrijving doen vermoeden dat er reeds serieus werk is verricht. Kwaliteit zelf, op basis van propositieformulier, nu niet in te schatten. • Aanvraag ziet op macro bedragen met veelal afgeronde bedragen en 50/50 verdeling financiering. Er is geen business case of projectie op individuele roadmap beschikbaar. Het initiatief ziet op een veelvoud van deelgebieden en diversiteit aan projecten. Onderbouwing van de specifieke onderliggende businesscases is niet opgenomen.

5	Geef aan in welke mate aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn tot financiering?	• Onduidelijk/beperkt • Slechte kwaliteit Uiteenzetting op dit punt is beperkt en onduidelijk. In het voorstel wordt een korte toelichting gegeven op het additionaliteitsrisico, maar alleen op algemeen niveau (Nederlands voedselsysteem) en niet per thema/focusgebied (zoals op roadmap niveau). De opgenomen 50% subsidie ratio doet vermoeden dat dit beperkt tot niet is meegenomen. De invulling en beantwoording van deze vragen wordt in tijd naar voren geschoven en op een best-effort basis meegenomen in de toekenning van de subsidies door FoodSwitch aan de specifieke roadmaps/consortia. In de huidige opzet valt de toetsing op additionaliteit buiten de invloedsfeer van het Nationaal Groeifonds. In het formulier wordt verwezen naar diverse grotere organisaties (corporates) en latere TRL fases. Ons inziens, op basis van huidige (markt)inzichten, zouden bijdrages vanuit het Nationaal Groeifonds op onderstaande punten van meerwaarde zijn: - Initiatieven en projecten op lagere TRL-niveaus (3-6) - Zoveel mogelijk nieuw te initiëren R&D projecten/initiatieven, om te voorkomen dat reeds bestaande of historische R&D uitgaven nu betaald worden via Nationaal Groeifonds subsidies - Innovaties en projecten voor een breder en algemeen nut (proeffabrieken, field-labs en pilotplants ten opzichte van bedrijfsspecifieke R&D projecten). - Projecten met voldoende bescherming van IP en aantoonbare bijdrage aan het verdienvermogen voor de B.V. Nederland. De opgenomen roadmaps en voorbeeldprojecten volgen niet allen deze gedachtenlijn.
6	Geef aan in welke mate aanvragers concreet aangeven hoe en op basis waarvan toegekende middelen uiteindelijk aan individuele bedrijven ter beschikking worden gesteld	• Procedure wordt beschreven maar met toets op additionaliteit Financiering aan individuele bedrijven wordt toegekend aan de hand van investeringsvoorstellen die worden opgesteld, en ingediend bij FoodSwitch, door consortia van partners die onderdeel zijn van een bepaalde roadmap. In het voorstel worden het proces en de criteria beschreven voor de beoordeling van deze investeringsvoorstellen voor financiering uit FoodSwitch. Samenwerkingen van bedrijven, kennisinstellingen en andere organisaties kunnen via open calls projecten indienen (aansluitend op de roadmaps). Er wordt verder aangegeven dat deze calls zullen worden afgestemd met relevante stakeholders zoals NWO en de TKI's AF, TU en HTSM en dat voorstellen worden beoordeeld door onafhankelijke experts. Om aanmerking te komen voor investeringen uit FoodSwitch moeten indieners van projecten aan een reeks criteria voldoen (o.a. project moet aansluiten bij een roadmap, additionaliteit ten opzichte van private en andere publiek middelen, juridische uitvoerbaarheid, heldere onderbouwing en voldoende financiële en of in kind bijdrage vanuit partners). De stichting FoodSwitch heeft de verantwoordelijkheid dat projectindieners aan alle criteria voldoen voordat de subsidie bij het Nationaal Groeifonds aangevraagd wordt.

		De toets op additionaliteit is opgenomen als een van de criteria waaraan het project moet voldoen, echter is het onduidelijk hoe (individuele) indieners dit moeten aantonen. Verder is het onduidelijk hoe bepaald zal worden of de financiële of 'in-kind' bijdrage van een individuele onderneming hard en voldoende is.
7	Geef aan in hoeverre de Nederlandse financieringsmarkt is toegerust om aanvragers van kapitaal te voorzien	- Markt & technologie: De genoemde domeinen van Protein Transition, Precision food Systems en Circulair Food Chains kunnen op relatief veel aandacht rekenen van de financieringsmarkt. In diverse gebieden zijn reeds diverse kapitaalkrachtige partijen ingestapt en worden substantiële rondes en tickets opgehaald. Dit is wel afhankelijk van de 'hype' per sub-domein en de fase van de onderneming. - Fase: Binnen de lagere TRLs 1-3 zijn al diverse (publieke) fondsen en middelen beschikbaar om dit te faciliteren. Als de capex intensiteit en de financieringsvraag oploopt wordt de beschikbaarheid van kapitaal beperkter (TRL 4-6). Waarna bij hogere TRL niveaus (7-9) de financieringsmarkt weer beter in staat is de bedrijven van kapitaal te voorzien. - Type kapitaal: Er zijn diverse investeringsfondsen die zich richten op het food domein met Eigen vermogen en Achtergesteld vermogen. Deze richten zich echter vaak op 'hype' trends zoals plantaardig en cultured meat. Diverse sub-domeinen zullen niet in deze scope vallen, hetgeen impliceert dat de beschikbaarheid van kapitaal beperkter wordt. Met name voor capex-intensieve ventures en projecten is beschikbaarheid van equity financiering een uitdaging. Daar het programma geen specifieke investeringen in ondernemingen betreft is beschikbaarheid van type kapitaal lastig in te schatten, en mede afhankelijk van structurering en vorming consortium. - Ticket size: Binnen Nederland, maar ook zeker binnen Europa blijft het ophalen van grote tickets lastig. Gemiddelde investeerders die wel willen kunnen vaak maar 1-5 mln tickets verzorgen, waarmee voor grote rondes veel investeerders nodig zijn. Onder andere binnen Plant-Based groeit door het succes van de afgelopen jaren de beschikbaarheid van grotere tickets.
8	Op welke manier kan het additionaliteitsrisico bij deze aanvraag verkleind worden?	Op basis van het aangeleverde propositieformulier zien we mogelijkheid tot aanscherping van het voorstel, middels onderstaande aandachtspunten. Gezien de beperktheid van de informatie en beschikbare tijd ter review betreffen dit veelal eerste meningen en adviezen. Nader onderzoek en verkenning zal nodig zijn om concretere adviezen o.b.v. feitelijkheden en gestructureerde onderbouwing te kunnen geven. **Ambitie en Samenhang** - Nadere toelichting op waarom de samenwerking tussen de high-tech en agrifood sector nu beperkt is en waarom dit niet heeft geleid tot cross-overs en welke activiteiten gaat FoodSwitch ondernemen om te zorgen voor een betere en langdurige samenwerking (ook als het project is afgerond)? o Hoe wordt hierin voorkomen dat subsidie vanuit meerdere sectoren parallel wordt aangevraagd.

		- Belangrijk om FoodSwitch te plaatsen in het veld van bestaande initiatieven/samenwerkingsverbanden, waarbij aansluiting wordt gezocht en waarop reeds wordt voortgeborduurd, en in welke TRL fase bestaande projecten zich bevinden. Wat wordt hiervan geïntegreerd, overgenomen en hoe is hierin de onderlinge samenhang? En in wat voor opzicht is FoodSwitch vernieuwend ten opzichte van bestaande initiatieven? Welke interventie draagt hierin aan welk verdienvermogen bij, en hoe verhoudt dit zich tot de bestaande markt. - Toename verdiencapaciteit nader onderbouwen door verbreding met historisch perspectief (feiten), parallellen met andere industrieën, alsmede spiegelen met andere externe onafhankelijke marktonderzoeken. o Voor de drie programmalijnen wordt reeds vanuit andere externe marktonderzoeken, zonder rekening te houden met dit initiatief, ingezet op een CAGR van ca 6-8%, waarbij het geprognotiseerde verdienvermogen van FoodSwitch in het gepresenteerde formulier beperkt groter is in omvang (9% CAGR). - Betere duiding van capaciteit, team en organisatie van FoodSwitch. Alsmede het aantal roadmaps en daadwerkelijke projecten. In de huidige versie ten opzichte van eerdere versies wordt over diverse aantallen gesproken. Met 15-20 roadmaps en daarin diverse roadmaps die op zichzelf 4-5 roadmaps in 1 zijn (bijvoorbeeld Protein Power House) lijkt begeleiding, resources inzet en monitoren samenhang essentieel. o De diversiteit aan sub-segmenten en markten waarin de projecten actief zijn geeft extra uitdagingen en dynamiek voor de beoordeling van additionaliteit. Specifieke duiding van de specifieke markt(dynamieken) en financieringsbereidheid zou hierbij helpen ter duiding van het additionaliteitsrisico. - Nadere onderbouwing in hoeverre 'in-kind' bijdrages vanuit ondernemingen nieuwe activiteiten zijn binnen individuele ondernemingen en geen onderdeel van bestaande projecten. **Roadmaps** - Een beoordeling van het additionaliteitsrisico op het niveau van een roadmap zou een beter inzicht kunnen geven in hoeverre de bijdrage vanuit het Nationaal Groeifonds additioneel is aan private investeringen. Dit zou op basis van de TRL waarde kunnen worden aangegeven. Per kruispunt is nu een inhoudelijke toelichting gegeven, maar deze beschrijft niet altijd consequent de TRL waarde. De TRL waarde is ook niet altijd beschreven voor de roadmaps. o Op basis van de TRL waarde zou het percentage subsidie en co-financiering kunnen worden geschat per roadmap (zoals dat al worden gedaan voor andere subsidieprogramma's zoals Horizon 2020 en Eurostars), bijvoorbeeld een hogere max subsidie percentage bij lagere TRL waarden. - De diversiteit van 22 focusdomeinen en 32 verschillende roadmaps met ieder hun eigen spelers en (markt)dynamiek roept de vraag op of er voldoende focus is/wordt aangebracht. Temeer omdat diverse focusdomeinen meer groeipotentie laten zien dan

		andere en het idee ontstaat dat enerzijds in deze domeinen meer leverage[2] op de subsidie-euro is te halen en anderzijds de noodzaak van verdere focus aanwezig is. Voorkeur om nadere onderbouwing en afwegingen toe te voegen/duiden. - Introduceer een cost-curve analyse (en ROI) per roadmap (en verdere specificatie indien nodig). Investeringen die bijvoorbeeld langer dan 5 jaar nodig hebben om terug verdiend te worden of uiterst onzeker zijn komen in aanmerking voor subsidie. **Investeringsvoorstellen** - Het is goed voor stellen dat er projecten binnen een roadmap worden ingediend met verschillende TRL waarden, gedurende de looptijd van FoodSwitch (eerste fase lagere TRL waarden, tweede fase hogere TRL waarden). Voor het financieren van deze projecten zou er gekozen kunnen worden voor verschillende financieringsmodellen afhankelijk van de TRL waarden. Men zou ervoor kiezen om projecten met lagere TRL waarden te financieren met een mix van subsidie en co-financiering (vanuit de bedrijven) en projecten met hogere TRL waarden met een mix van subsidie en equity (blended finance). Er zou een fonds kunnen worden opgericht om deze projecten in de latere TRL fase te financieringen. Een goed voorbeeld van een dergelijk constructie is de EIC Accelerator pilot (voorheen H2020 SME instrument) en het EIC Accelerator Fund. Vanuit Invest-NL denken we graag mee over de mogelijkheden. - Bij het beoordelingsproces van de investeringsvoorstellen graag een aanvullende toelichting op onderstaande criteria: o Bij het criterium additionaliteit t.o.v. private investeringen toelichten hoe projecten moeten aantonen dat zij additioneel zijn aan private middelen en worden ingezet voor activiteiten die anders niet mogelijk zijn. Geldt dit voor elke partner of voor alleen de bedrijven? Wat moeten individuele bedrijven aanleveren om dit te onderbouwen? o Bij het criterium financiële en in-kind bijdrage vanuit de consortiumpartners een nadere toelichting op basis waarvan een individuele onderneming financiering toegekend krijgt uit het programma. Wanneer is de bijdrage vanuit een individuele onderneming hard en voldoende? **MKB** - In het voorstel wordt aangegeven dat het lastig is om MKB te betrekken bij het uitwerken van de roadmaps. FoodSwitch zal hiermee rekening houden door bijvoorbeeld een vouchersysteem waarmee een MKB kan deelnemen en zelf projecten kan initiëren. Om verdere deelname te stimuleren zouden er ook andere stimuleringsmaatregelen kunnen worden genomen zoals een lagere cofinancieringseis (voor individuele MKB of een cluster van MKB-bedrijven) en of flexibele toetreding (bij projecten die al lopen).

[2] Vanuit Roland Berger studie gecombineerd met de subsidie vraag lijken segment 1.1, 4.6, 7.1, 3.x, 6.1, en 6.6 met name veel verdienmorgen te realiseren obv de geïnvesteerde euro. Nader onderzoek zou kunnen helpen bij het duiden van de key segmenten om op in te zetten.

		Mogelijke rol Invest-NL - Gezien de ervaring en kennis met marktfinanciering, zeker in latere TRLs, zou Invest-NL deel kunnen nemen in de programma commissie of adviescommissie van FoodSwitch om de juiste inzet van middelen te waarborgen, op roadmap niveau en op project niveau. Daarnaast sluiten de focusgebieden aan bij de ambitie van Invest-NL binnen het agri en food domein en kan dit kansen bieden voor nieuwe initiatieven en (borging van) duurzame samenwerkingen, ook als het project is afgerond.

6.2 QDelta

	Vraag	Format van het antwoord
1	Omschrijf kort de aanvraag en de beoogde aanwending van de gevraagde middelen	Quantumdelta programma is een nadere uitwerking van de Nationale Agenda Quantumtechnologie en bestrijkt de gehele kennisketen van onderwijs tot onderzoek en van technologie tot ondernemerschap en maatschappij. Het actieplan omvat drie KAT-programma's (computing, netwerk/internet en sensoren), vier actielijnen en een uitbouw van de nationale cleanroom infrastructuur. Waarbij een looptijd tot 2027 beschreven wordt in de aanvraag.
2	Geef aan welk deel van het aangevraagde bedrag ten goede komt aan welk domein van het NG?	• Research, development en innovatie **€635 mln** (totaal) o Kennis: **€ 61 mln** o R&D&I: **€ 144 mln** o Infrastructuur: **€ 430 mln** De bovengenoemde verdeling is op basis van een interpretatie van de aangeleverde informatie en budgetten en betreft enige toelichting. Totale investering bedraagt 3,6 miljard en loopt tot 2027. Waarvan verwachting is dat het private deel oploopt tot € 750 mln per jaar in 2027. Hiervoor zijn vooralsnog echter geen garanties of intenties verklaringen verstrekt. Vraag uit Nationaal Groeifonds is **€ 635 mln tot 2027**, waarvan € 430 mln, bedoeld voor harde, niet- verplaatsbare *infrastructuur* in Nederland (nationale campus, cleanrooms, technologieplatforms). Actielijnen 3 en 4, nadrukkelijk toegerust op kennis ontwikkeling binnen academische centra, kennen samen een budget van € 61 mln waardoor het resterende budget van € 144 mln toegeschreven zou kunnen worden aan directe R&D&I activiteiten. Noemenswaardig is de bovenstaande verdeling enkel een inschatting a.d.h.v. de beschikbare informatie aangezien er voor specifiek onderdelen argumentatie kan plaatsvinden dat ze onder verschillende thema's vallen. Specifiek bedruipt de financiering voor de infrastructuur van € 430 mln ook educatieve en innovatieve ontwikkelingsdoelen. Na afloop wordt het project zelfstandig en in deelprojecten voortgezet (zich zelfstandig kunnen bedruipen). KAT-platforms worden verzelfstandigd en zorgen voor eigen financiering, wordt het pre-seed fonds revolverend op basis van gedane investeringen en zijn de campusfaciliteiten overgedragen aan de kennisinstellingen. Het onderwijs kan t.z.t. uit reguliere middelen bekostigd worden. Onderzoek zal uit de reguliere geldstroom, NWO, TO2-instrumenten en EU-budgetten worden gefinancierd.
3	Geef aan welk deel van het bedrag specifiek bedoeld is voor ondernemingen?	• Alleen totaal bedrag te duiden

		In totaal is de verwachting dat ondernemingen in enige mate aanspraak kunnen maken op € 112,5 mln van het gevraagde bedrag. Noemenswaardig is dit enkel het bedrag waar ondernemingen, bijvoorbeeld middels open calls, direct aanspraak op kunnen maken. Aanbestedingskosten voor het bouwen van 'testbed labs' en de aanleg van infrastructuur zijn hierin niet meegenomen. Directe stroming van kapitaal richting ondernemers door gebruik van faciliteiten is hierin ook achterwege gelaten. Het totale bedrag dat is gealloceerd aan ondernemingen is verder onderverdeeld in de volgende programma onderdelen; open calls (>TRL-4)(€28,5 mln), preseed faciliteit (€15 mln), seed fonds (€20 mln), MKB-programma (€ 35 mln) en Fieldlabs (€ 14 mln).
4	Geef aan in welke mate een onderbouwde business case onderdeel is van de aanvraag, waaruit blijkt welk deel rendabel is en welk deel onrendabel?	• Wel aanwezig • Kwalitatief • Hoge kwaliteit • Alleen m.b.t. het macro bedrag In de aanvraag staat duidelijk dat het gaat om een technologie in de pre-competitieve fase met een sterke nadruk op onderwijs, infrastructuur en onderzoek. Derhalve wordt er op een kwalitatieve manier omschreven waarom Het project kan op dit moment niet gedragen worden door private investeringen. Het betreft een programmatische aanpak en portfolio investering over meerdere jaren en kent geen eenduidige businesscase, enkel op nationaal niveau. Een business case die een onrendabele dan wel component beslaat is dan ook niet aanwezig.
5	Geef aan in welke mate aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn tot financiering?	• Onduidelijk • Ertussenin Er is geen duidelijke toelichting dat er een gebrek ik aan marktfinanciering middels afwijzingen. In de aanvraag is er vrij snel geconcludeerd dat er een minimale hoeveelheid privaat kapitaal beschikbaar is voor quantum technologieën en dat publieke middelen ook niet toereikend zijn. Een belangrijke nuance in deze bevinding is dat de verwachting echter wel is dat, door deze impuls, er een significante toename zal zijn van privaat kapitaal. Dit impliceert dus wel dat de beschikbaarheid van financiering uit de markt gedurende de looptijd van dit initiatief al zal toenemen Het ontbreekt echter aan een toelichting waar dit kapitaal dan specifiek vandaag komt en welke impact dit zal hebben op het additionaliteitsrisico.
6	Geef aan in welke mate aanvragers concreet aangeven hoe en op basis waarvan	• Procedure wordt beschreven maar zonder toets op additionaliteit

<table>
<tr><td></td><td>toegekende middelen uiteindelijk aan individuele bedrijven ter beschikking worden gesteld</td><td>Voor specifieke programma onderdelen wordt aangegeven dat dit als een impuls voor ondernemers zal dienen. Deze zullen worden uitgezet middels ‘calls’ die nog specifieke invulling zullen krijgen. Zodoende is het niet inzichtelijk hoe deze financiering zijn weg naar ondernemingen zal vinden en welke waarborgen, om additionaliteit te garanderen, hieraan gesteld zullen worden.</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Geef aan in hoeverre de Nederlandse financieringsmarkt is toegerust om aanvragers van kapitaal te voorzien</td><td>
<u>Algemeen</u>
- Investering van €0.7mrd voor een periode van 7 jaar.
- In algemene zin zijn NL’se financiers (net als andere financiers) <u>niet</u> de partijen die algemene onderzoek en innovatie financieren net als talentontwikkeling, maatschappelijke impact, nanolab cleanroom voor ontwikkeling en campus-ontwikkelingen (zie pagina 77 / 119 van het voorstel)
- In algemene zin zijn Nederlandse financiers (net als andere financiers) <u>wel</u> de partijen die het MKB financieren. MKB partijen vallen in het Quantum voorstel onder de categorieën ‘KAT-1 Computing’, ‘KAT-2 ‘Communication’, ‘KAT-3 Sensing’, ‘AL 2 Ecosysteem en MKB (incl. fonds)’ (zie pagina 77 / 119 van het voorstel)

<u>Markt, Technologie en Fase</u>
(Rapport McKinsey – Economic impact of Quantum in NL 08/05/2020)
- <u>Makkt</u>: ca. €40mrd in 2040
- <u>Segmenten</u> – zie (pagina 17 / 63 van het rapport)
  o Computing: €25mrd in 2040 = KAT 1
  o Communications in 2040: €1-6mrd in 2040 = KAT 2
  o Sensing: €1-5mrd in 2040 = KAT 3
- <u>Fase</u>: Quantum leveranciers leveren momenteel eerste commerciële producten en services op de markt.

<table>
<tr><th>Toelichting</th><th>Mogelijk interesse NL’se financieringsmarkt</th></tr>
<tr><td><u>Quantum computing</u>
- Grootste marktpotentieel;
- Eerste commercialisatie door corporates die op kleine schaal testen
- Nog geen fundamentele doorbraken. Er is bijv. nog geen winnende qubit concept of alternatief, zie voorbeeld Quix.</td><td>Wel
(De spinoff onderneming QuiX van de Universiteit Twente, die een quantumprocessor ontwikkelt, krijgt een financiële injectie van FORWARD.one en Oost NL. Het bijzondere aan de processor is dat hij werkt met licht: niet met supergeleidende ‘qubits’ maar met fotonen.)</td></tr>
<tr><td><u>Quantum communication</u>
- Eerste commerciële producten worden aangeboden en woorden experimenteel getest hedendaags</td><td>Niet
(dit segment wordt verwacht pas te groeien vanaf 2030)</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Quantum sensing - Quantum 1.0 sensors zijn volwassen (MW atomic clocks, SQUIDs) - Quantum 2.0 sensors worden momenteel ontwikkeld, de applicaties waarvoor deze kunnen werken worden over 10 jaar verwacht.	Mogelijk: Quantum 1.0 (wel kleine markt en ver weg) Niet: Quantum 2.0 (nog te ver weg) (*dit segment wordt verwacht pas te groeien vanaf 2030*)

Type kapitaal & ticket size– KAT-1, 2 en 3

- De verwachte private bijdrages voor de KAT-programma's in 2021-2024 en 2025-2027 zijn bepaald op basis van het aantal startups en aangehaakte bedrijven (incl. MKB) dat beoogd wordt bij de verschillende programma's. De verwachte bijdrage van het Groeifonds zijn van 2021 - 2027:

Onderdeel (KATs)	**Voorgestelde bijdrage groeifonds**	**Mogelijk interesse NL'se financieringsmarkt**
KAT 1 Computing	€90mln	Wel (waaronder Invest-NL)
KAT 2 Communication	€62mln	Niet
KAT 3 Sensing	€29mln	Niet

Type kapitaal & ticket size – AL-2

- Doel van het Groeifonds (*zie pagina 82 / 119 van het voorstel*):
  - Investeren in teams die het ecosysteem moeten opbouwen en ontwikkelen, zowel als het gaat om het nationale valorisatieteam als om de lokale teams die het ecosysteem van startups en bedrijvigheid in de hubs faciliteren = ("***Teams***").
  - Daarnaast wordt in samenwerking met Techleap, ACE, YES!Delft en andere incubators een nationaal startup-support-programma opgezet = ("***TTO & Incubator***")
  - Om te zorgen voor voldoende risicodragend kapitaal voor startups en scaleups worden een publiek preseed en een publiek-privaat seed fonds opgezet. = ("***Preseed faciliteit***" & "***Seed fonds"***)
    - De spray and pray faciliteit is een eenmalige impuls om eerste startups aan te jagen en heeft geen revolverend karakter: Het is dus geen fonds-in-fonds constructie.

- Het seedfonds: Het seedfonds binnen AL-2 heeft wel een revolverend karakter. Bij succes kunnen opbrengsten opnieuw geïnvesteerd worden in startups. Bij verdere ontwikkeling van het ecosysteem verwachten we juist op dit vlak een sterke groei van beschikbaarheid van privaat kapitaal. Het succes van de seed-faciliteit heeft laten zien dat overheidsinvesteringen kunnen leiden tot een sterke groei in de totale beschikbaarheid van risicodragend kapitaal.

- Om bestaand MKB te betrekken zijn er jaarlijkse calls (€ 5 mln. per jaar exclusief overhead) voor innovatieprojecten van het MKB om nieuwe componenten of software voor de waardeketen te ontwikkelen. Dit wordt opgezet door MinacNed in samenwerking met NanoNextNL = ("***MKB-programma***")
- Daarnaast wordt een netwerk van fieldlabs gestart om bedrijven bekend te maken met de mogelijkheden van quantumtechnologie en om use cases te ontwikkelen = ("***Fieldlabs***")
- De juiste fysieke omgeving moet hiervoor ontwikkeld worden, waaronder het house of quantum (landmark building), nieuwe cleanrooms en huisvesting voor lokale hubs en instituten. Voor deze campusontwikkeling is een bijdrage van max 25% vanuit het groeifonds voorzien, de rest komt uit andere (lokale) fondsen ("***Campus ontwikkeling***")

Onderdeel (AL-2)	**Voorgestelde bijdrage groeifonds**	**Mogelijk interesse NL'se financieringsmarkt**	**Toelichting**
Teams	€4,5mln	Niet	Onduidelijk verdienmodel
TTO & Incubator	€14mln	Niet	Onduidelijk verdienmodel
Preseed faciliteit	€15mln	Niet	Te risicovol
Seedfonds	€20mln	Wel	Wel interesse van financiers uiteraard indien dit Seedfonds rechtstreeks investeert in ondernemingen. Geen interesse van financiers als dit

		<table><tr><td></td><td></td><td></td><td>seedfonds (net als de seedfaciliteit) in fondsen investeert</td></tr><tr><td>MKB-programma</td><td>€35mln</td><td>Wel (waaronder Invest-NL)</td><td>Financiers zijn er voor de financiering van het MKB (waaronder Invest-NL)</td></tr><tr><td>Fieldlabs</td><td>€14ml</td><td>Niet</td><td>Onduidelijk verdienmodel</td></tr><tr><td>Campusontwikkeling</td><td>€99mln</td><td>Niet</td><td>Onduidelijk verdienmodel</td></tr></table> <u>Externe input, Nederlandse verstrekker van (privaat) kapitaal gericht op hightec:</u> - (private) financieringslandschap t.b.v. (deeptech) quantum is zeer beperkt. - Forward.One en Innovation Industries zijn nagenoeg de enige fondsen met volume die zich hierop focussen. - Je ziet wel dat grote internationale spelers als Microsoft nog wel eens willen investeren, maar dan hebben ze daar wel duidelijk een eigen belang bij en het is daarnaast de vraag of je dat als Nederland moet willen. - Verwachting is dat subsidie/financiering van de overheid niet snel voor marktverstoring zorg aangezien het aantal fondsen met een duidelijke focus zeer beperkt is. - Wij hebben wel eens gekeken of het mogelijk is om in (gedeelde) lab faciliteiten te investeren, maar daar was destijds niet genoeg animo voor vanuit start-ups en het was niet mogelijk om een rendabele business case rond te krijgen. - Overall is de kans op marktverstoring klein en is het vooral zaak dat financiële middelen efficiënt worden ingezet. - NL is relatief kapitaal krachtig maar in absolute zin is er natuurlijk een zeer beperkte hoeveelheid kapitaal in vergelijking met US en China. Het is daarom des te meer van belang dat kapitaal efficiënt wordt ingezet.
8	Op welke manier kan het additionaliteitsrisico bij deze aanvraag verkleind worden?	Het voorstel behelst een breed stimuleringspakket om Quantum in Nederland een impuls te geven in zowel fundamenteel onderzoek tot toepassing en ontwikkeling van commerciële proposities en infrastructuur al dan niet middels consortia. Om het additionaliteitsrisico (in de aanvraag) te verkleinen wordt geadviseerd om de volgende verdieping en focus aan te brengen: - Onderdeel van de aanvraag is om een pre-seed en seed fund te initiëren, waarbij noodzakelijk is om te onderzoeken hoe het additionaliteitsrisico

		verkleint kan worden door waarborgen te omschrijven die in de loop van de tijd, zodra de financieringsmarkt zich ontwikkeld, constant in acht genomen zullen worden. - Onderbouwing van de waarborgen om additionaliteitsrisico's bij individuele programma's waar subsidie aan ondernemingen verstrek zal worden te garanderen. - Specifieke onderbouwing van additionaliteit naar de markt bij de projecten/calls die dicht bij de markt staan. Er wordt aangegeven dat het hier specifiek om initiatieven gaat die dicht bij de markt staan met een hoog TRL level. Het ontbreekt echter aan een omschrijving van deze initiatieven en/of mogelijke partners die hier aanspraak op kunnen maken.

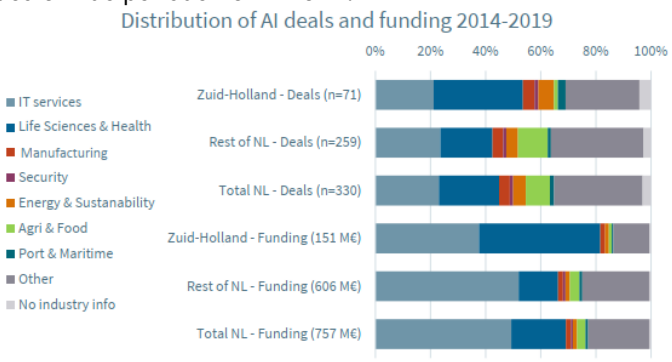
6.3 AINed

	Vraag	Format van het antwoord
1	Omschrijf kort de aanvraag en de beoogde aanwending van de gevraagde middelen	AiNed verwacht voor de uitvoering van het programma een totale begroting van ca. €2,1 mld, waarvan **€1,05 mld** vanuit het Nationaal Groeifonds wordt gevraagd. Tot op heden heeft AiNed alleen nog de begroting voor fase 1 uitgewerkt. De totale begroting van fase 1 is €689 mln, waarbij de middelen als volgt zijn verdeeld: • Privaat € 240 mln • Publiek regulier € 73,7 mln • Overige (EU, PPS) € 39 mln • Nationaal Groeifonds € 345,3 mln De doelstellingen van het programma zijn het vergroten van het aantal bedrijven dat AI toepast en de omvang van de investeringen in de ontwikkeling, een realisatie van 1,6% bbp potentieel per jaar en positieve maatschappelijke effecten in betrouwbare, veilige systemen. De uitvoering van het programma vindt in belangrijke mate plaats door projecten die worden voorgesteld door de meer dan 400 deelnemers (private partijen, kennisinstellingen, overheids- en publieke organisaties) van de NL AIC, met ruimte voor nieuwe partijen om in te stappen. De governance is in handen van de Stichting AiNed die zich focust op de overall regie en integraliteit van het programma, in nauwe afstemming met de organisaties die de projecten uitzetten via open calls en transparante selectie.
2	Geef aan welk deel van het aangevraagde bedrag ten goede komt aan welk domein van het NG?	• Kennis: € 147,5 mln • R&D&I: € 136,8 mln • Infrastructuur: € 56 mln Zoals aangeven is er enkel een toelichting gegeven voor het gevraagde budget voor fase 1 van het totale programma. Derhalve kan er in dit stadium enkel een onderscheidt gemaakt worden tussen de allocatie van het budget voor fase 1. Noemenswaardig is de bovenstaande verdeling enkel een inschatting a.d.h.v. de beschikbare informatie aangezien er voor specifiek onderdelen argumentatie kan plaatsvinden dat ze onder verschillende thema's vallen. Met name voor *onderzoek, innovatie en valorisatie* (€84 mln vh budget) is zichtbaar dat er deelname is van zowel kenniscentra als MKB bedrijven waarbij kennisontwikkeling, infrastructuur voor samenwerking en R&D aspecten in terugkomen. Derhalve wordt geadviseerd om verdere toelichting te vragen omtrent het budget en het domein waaraan het ten goede komt. *(gebaseerd op budget pagina 21)* Fase 2 en 3 vragen een jaarlijks budget van rond de 250 miljoen euro, met grofweg een verdeling van bijdragen van 35% - 15% - 50% voor private middelen, regulier publieke middelen en Nationale Groeifonds, respectievelijk. Deze tellen op bij de financiering

		van de reeds in fase 1 gestarte en doorlopende programmaonderdelen tot een totaal van 2,1 miljard euro.
3	Geef aan welk deel van het bedrag specifiek bedoeld is voor ondernemingen?	• Spin offs, startups, scale ups of mature ondernemingen in een consortium • specifieke bedrijven en aanvragen bekend Het is a.d.h.v. de beschikbare informatie niet mogelijk om te achterhalen welk bedrag uiteindelijk bij bedrijven zal belanden. Inzichtelijk is dat er bij de toekenning en omschrijving van de verschillende programma onderdelen in fase 1, samen goed voor **€ 171 mln van het totale budget**, de volgende omschrijving is gegeven; *Het budget wordt uitgezet voor projecten/consortia van AI-onderzoekers, bedrijven en publieke organisaties* In bijlage B wordt wel een toelichting gegeven van de verschillende initiatieven die mogelijk in aanmerking komen met daarbij het totale budget, de private partners en de publieke partners. Er is echter geen toelichting hoe dit budget verdeeld zal worden en op welk percentage van de subsidie private deelnemers aanspraak kunnen maken. Alhoewel wordt aangeven dat de stichting AINed graag wil samenwerken met organisaties zoals NWO en RVO wordt op dit moment wordt nog onderzocht welke organisatie de calls het beste kan uitvoeren. Zodoende is het in deze fase niet mogelijk om te achterhalen welk bedrag direct aan bedrijven besteed zal worden en tegen welke voorwaarden (cofinanciering, converteerbare of achtergestelde lening en toegestane kosten) deze financiering wordt verstrekt. Noemenswaardig is er geen gebrek aan kapitaal krachtige multinationals als Phillips, Bosch, Shell en TomTom die naar verwachting zullen deelnemen aan (gesubsidieerde) doorbraak-gedreven ketenprojecten (Bijlage B).
4	Geef aan in welke mate een onderbouwde business case onderdeel is van de aanvraag, waaruit blijkt welk deel rendabel is en welk deel onrendabel?	• niet aanwezig Er is in de aanvraag niet gebruik gemaakt van een business case ter onderbouwing van de (on)rendabele component. Additionaliteit middels marktfalen en een gebrek aan publieke financiering is enkel kwalitatief beschreven in de aanvraag. In de aanvraag wordt duidelijk aangegeven dat er sprake is van private bijdrage in het geheel. Onderliggende onderbouwing, berekening en aannames zijn niet gedeeld.
5	Geef aan in welke mate aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn tot financiering?	• Onduidelijk • Ertussenin Het is niet uit de aanvraag op te maken in welke mate aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn tot financiering. De plannen zijn op een hoog abstractieniveau geformuleerd, wat het bemoeilijkt te achterhalen welke partijen bereid zouden zijn om tot een mogelijke financiering over te gaan.

		Tevens wordt er genoemd additioneel aan Invest-NL te zijn, omdat Invest-NL zich primair richt op de energietransitie en niet op de digitale transitie. Echter, kan de digitale transitie onderdeel zijn van de energietransitie. Hier is echter voor indiening niet naar geïnformeerd. Tot slot, is de veronderstelling: *InvestNL moet op de korte termijn renderen en niet op de lange termijn waar het Nationale Groeifonds juist voor bedoeld is.* Dat is niet de juiste weergave van Invest-NL.
6	Geef aan in welke mate aanvragers concreet aangeven hoe en op basis waarvan toegekende middelen uiteindelijk aan individuele bedrijven ter beschikking worden gesteld	• Procedure wordt beschreven maar zonder toets op additionaliteit Middelen worden via *open calls* in de markt weggezet met programma specifieke criteria op hoofdlijnen. Definitieve criteria, meting en weging is niet gedeeld. AiNed heeft de doelstellingen en plannen op een hoog abstractieniveau geformuleerd. Alhoewel er in de bijlage B een aantal initiatieven worden getoond worden er vooralsnog geen concrete projecten genoemd onder de beoogde programma onderdelen en gealloceerde bedragen. Tevens is het onduidelijk welke private partijen zich reeds hebben gecommitteerd aan bepaalde programma onderdelen en welk budget daarvoor beschikbaar is. In de aanvraag is de governance m.b.t. het Nationaal Groeifonds, AiNed en NL AI Coalitie beschreven. Hierin komt o.a. de toekenning van de financiële middelen voor fase II en III naar voren. In de aanvraag heeft AiNed niet de procedure beschreven hoe het toetst op additionaliteit. Voor de staatssteunkaders is het uitgangspunt voor AiNed de AGVV (Steun voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie; artikel 25-28 en 31), waarbij maximaal de volgende steunintensiteit voor onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten wordt toegepast: 100% voor fundamenteel (en open access) onderzoek, 50% voor industrieel onderzoek, 25% voor experimentele ontwikkeling, en 50% voor haalbaarheidsstudies.
7	Geef aan in hoeverre de Nederlandse financieringsmarkt is toegerust om aanvragers van kapitaal te voorzien	AI is een internationale markt zowel in onderzoek, R&D&I en toepassing. Een belangrijke aspect is dat Nederland een uitstekende onderzoek en kenniscentra's heeft, inclusief basis infrastructuur. Echter een te kleine interne markt voor propositie ontwikkeling en schalen. Het is van belang om dit aspect in oogschouw te nemen. Het is lastig in generieke termen aan te geven in hoeverre de huidige NL financieringsmarkt is toegerust op het financieren van AI proposities. Veel AI toepassingen zijn vaak specifiek van aard (sunk-cost) en kennen bedrijf strategische componenten en randvoorwaarden (o.a. op het gebied van human capital, rekenkracht, IT infrastructuur en aanwezigheid van data). Tot op heden worden voornamelijk proposities gefinancierd met een relatief korte verdientijd en/of bijdraagt aan het competitieve vermogen van een onderneming. Hierbij worden de AI randvoorwaarden in ogenschouw genomen. In de periode 2014-2019 is er in totaal €757 mln. in AI start/scale-ups geïnvesteerd. Hiervan is meer dan 60% geïnvesteerd in de sectoren IT en Lifesciences. Een

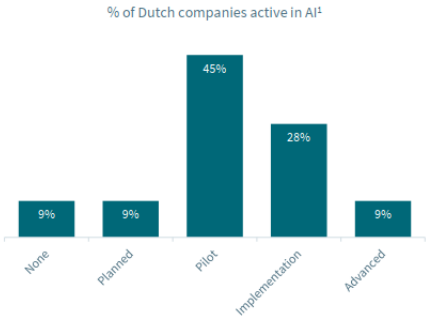
verklaring hiervoor ligt in het feit dat erin deze sectoren relatief veel VC risicokapitaal aanwezig is. De afgelopen 10 jaar was ook meer dan 60% van het VC risicokapitaal beschikbaar in deze sectoren[3]. Onderstaande figuur geeft een overzicht van de AI deals in de periode 2014-2019.



Source: Data acquired from Dealroom and DataFox. Data 2019 is incomplete. Only investment rounds with a known year and funding amount are taken into account.

Onderstaande figuur geeft een overzicht van het aantal start-ups vs scale-ups op het gebied van AI. Hieruit blijkt dat slechts 9% van de start-ups significant opschaalt (>50 werknemers). Start-ups ondervinden de volgende opschalingsbarrieres:

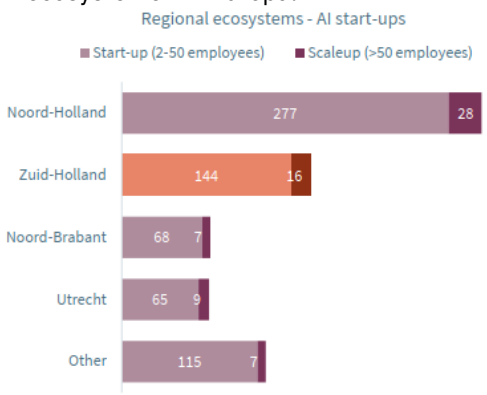
- Toetredingsdrempels in bestaande industrieën, zoals het ontbreken van partnershipmogelijkheden met gevestigde partijen. Echter, geeft meer dan 90% van de corporates aan bezig te zijn met AI initiatieven. Onderstaande figuur geeft een overzicht van het % van corporates m.b.t. hun status omtrent AI.



Source: Microsoft & EY (2019), Artificial Intelligence in Europe - Outlook for 2019 and Beyond.

- Universiteitsbeperkingen op het aantal jaarlijkse AI studenten (numerus fixus).
- Te weinig Europees financieringskapitaal t.o.v. US en Azië. Een gemiddelde EU durfkapitalist (30 miljoen euro) is half zo groot als een gemiddelde Amerikaanse VC (60 miljoen euro). Echter, is in de periode 2015-2019 in Europa het aantal AI investeringen met een factor 4 gestegen (van 1,25 mld

[3] https://nvp.nl/feiten-cijfers/marktcijfers/investeringen/#Sector

		tot 4,9 mld). De investeringen zijn echter nog steeds geografisch geconcentreerd in de top 5 steden (Londen, Berlijn, Stockholm, Parijs en München). Amsterdam staat in de top 20 van ecosystemen in Europa.  *Source: Data acquired from Dealroom and DataFox. Roland Berger (2019), The road to AI, Investment dynamics in the European ecosystem - AI Global Index 2019. Atomico (2019), The State Of European Tech.* Derhalve is inzichtelijk dat, in vergelijking met andere (EU) landen er significant minder kapitaal beschikbaar is. Door het sector overschrijdende karakter van AI als *enabling technology* is het echter niet mogelijk om een inschatting te maken in hoeverre het financieringslandschap is toegerust op AI in de volle breedte te financieren. AI initiatieven die dicht bij een toepassing staan in bijv. de life science sector zullen eerder toegerust zijn op financiering dan deeptech AI initiatieven die zich in het fundamentele spectrum bevinden.
8	Op welke manier kan het additionaliteitsrisico bij deze aanvraag verkleind worden?	Het voorstel behelst een breed stimuleringspakket om AI in Nederland een impuls te geven in zowel fundamenteel onderzoek tot toepassing en ontwikkeling van commerciële proposities al dan niet middels consortia. Om het additionaliteitsrisico (in de aanvraag) te verkleinen wordt geadviseerd om de volgende verdieping en focus aan te brengen: - Onderbouwing van noodzaak tot subsidie middels een business case die de onrendabele component en daarmee het marktfalen aantoont. - Verduidelijking van de onderbouwing en inzichten in de kosten-baten analyse om initieel in te zetten op bepaalde thema's en sub sectoren - Onderbouwing van de waarborgen om additionaliteitsrisico's bij individuele programma's waar subsidie aan ondernemingen verstrek zal worden te garanderen - Specifieke onderbouwing van additionaliteit naar de markt bij de doorbraak-gedreven keten projecten. Er wordt aangegeven dat het hier specifiek om initiatieven gaat die dicht bij de markt staan met een hoog TRL leven. Waarom kunnen deze initiatieven dan niet door de markt zelf gefinancierd worden? Zeker gezien de hoge betrokkenheid van kapitaal krachtige multinationals.

6.4 RegMed XB & Health-RI (LSH aanvraag)

6.4.1 Health-RI

	Vraag	Format van het antwoord
1	Omschrijf kort de aanvraag en de beoogde aanwending van de gevraagde middelen	Health RI biedt een landelijke oplossing voor het centrale probleem van datatoegang in het gezondheidsdomein. Health RI is een collectief initiatief wat gezamenlijk door belanghebbende een geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur bouwt voor onderzoek, innovatie en beleid. Health RI heeft een stichtingsvorm, ondersteund door een andere stichting, Lygature (o.a. vml. TI-pharma). Ruim 150 instellingen en bedrijven nemen deel aan HealthRI, 70 hebben al steun toegezegd. De co-financiers betreffen echter allemaal academische instellingen en organisaties uit de zorg. Health RI vraagt om een bijdrage van **€69mln** uit het Nationaal Groeifonds om binnen nu en 2027 een geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur te kunnen realiseren met een compleet aanbod van diensten en instrumenten om gebruikers te ondersteunen. De gevraagde middelen zullen voornamelijk geïnvesteerd worden in IT aansluiting tussen de verschillende partijen dmv hardware- en software voorzieningen en opgeleide (technische) experts om gezamenlijk geïntegreerde analyses en AI op landelijke schaal mogelijk te maken. De partners dragen € 9,5 mln bij in de vorm van fees (oplopend vanaf 2023) en ca. € 22,8mln. aan in-kind bijdragen.
2	Geef aan welk deel van het aangevraagde bedrag ten goede komt aan welk domein van het NG?	• Infrastructuur & Research, Development en Innovatie: de volledige €69mln komt ten goede van de data infrastructuur. HealthRI biedt een geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur voor, wat o.a. zal bijdragen aan efficiënter en meer baanbrekend onderzoek en innovatie in biotechnologie- en health-tech sectoren. Dit kan in de vorm van gezondheidsdata die op regionaal niveau gebruikt worden voor gericht gezondheids- en preventiebeleid. Voor ondernemingen in de LSH sector kan deze data bijdragen aan het terugdringen van de kosten van onderzoek doordat op basis van populatiegegevens van specifieke patiëntengroepen klinisch onderzoek beter opgezet kan worden of zelfs weggelaten.
3	Geef aan welk deel van het bedrag specifiek bedoeld is voor ondernemingen?	- Alleen totaal bedrag te duiden Het is onduidelijk welk deel van het bedrag specifiek is bedoeld voor ondernemingen. Eén van de concrete doelstellingen van Health RI is om per jaar 5 tot 10 nieuwe start-ups op het gebied van data-gedreven gezondheidsonderzoek en innovatie te realiseren. Hoeveel exact hiervoor aangewend zal worden is onduidelijk. We kunnen

		aannemen dat het gaat om het volledige bedrag van €69mln om deze doelstelling mogelijk te kunnen door middel van het ontwikkelen van de infrastructuur. Daarnaast geeft de aanvrager aan dat Health RI ook nog de volgende concrete doelstellingen heeft die gemeten worden als KPI's: - Meer dan 10.000 onderzoekers, innovatoren, bedrijven en andere gebruikers (publiek en privaat) hebben toegang tot FAIR-gezondheidsdata. - Alle umc's, kennisinstellingen en 26 topklinische ziekenhuizen zijn aangesloten. - Meer dan 200 grote nationale datacollecties zijn onderling koppel- en deelbaar volgens de FAIRprincipes. - Meer dan 10.000 data-uitgiftes aan gebruikers vinden jaarlijks plaats. - Er zijn 8 regionale dataknooppunten gerealiseerd. - Meer dan 100 data-experts in de regionale knooppunten opgeleid als data-stewards. - Het is onduidelijk om hoeveel bedrijven/ondernemingen dit exact gaat.
4	Geef aan in welke mate een onderbouwde business case onderdeel is van de aanvraag, waaruit blijkt welk deel rendabel is en welk deel onrendabel?	• Wel aanwezig • Kwantitatief én kwalitatief • Ertussenin • Op het niveau van individuele investeringen, echter wel gebundeld en aangeduid als 'partnerfees' De aanvrager geeft aan dat de bouw van de geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur in totaal €110.1mln gaat kosten en 8 jaar zal duren. De bijdrage van het Nationaal Groeifonds is nodig om de bouw van Health RI te kunnen faciliteren. Wanneer deze is afgerond in 2028 dragen de partners en gebruikers de lasten en zal de centrale hub gefinancierd worden door de gezamenlijke partijen. In het aangeleverde financiële plan van Health-RI zien we dat vanaf 2023 de eerste opbrengsten gerealiseerd worden uit partnerfees. Daarnaast ontvangt Health RI al vanaf de start in-kind bijdragen vanuit de hubs, welke toeneemt naarmate de bouw vordert. 21% komt uit in-kind bijdragen, 10% cofinanciering door partners en 62% wordt aan het groeifonds gevraagd. Waarom de partnerfees toenemen en wat precies de drivers zijn voor de inkomsten van Health RI is onduidelijk en wordt kwalitatief verder niet toegelicht. De vraag is waarom de gebruikers/partners niet al in een eerder stadium een deel van de investering kunnen dragen. Volgens de beoogde planning zal Health RI in 2028 in staat moeten zijn om volledig te opereren. Het is onduidelijk wat de verwachte kosten en opbrengsten zijn wanneer Health RI volledig operationeel is, en of dit een positieve business case omvat. - Tijdens de workshop met de aanvragers is aangegeven dat Health RI vanaf 2028 zichzelf kan bedruipen door de inkomsten die vanaf dan gegenereerd worden. Er is echter geen rendement en er wordt beoogd op een kasstroom

		waarbij de netto contact gelijk is aan 0. Gebruik van de data infrastructuur door derden zal middels een *fee* plaatsvinden waarvan vaste kosten voor onderhoud betaald kunnen worden.
5	Geef aan in welke mate aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn tot financiering?	• Onduidelijk • Geen informatie verstrekt Health RI geeft alleen aan dat een bijdrage van het Nationaal Groeifonds nodig is omdat afzonderlijke publieke en private partijen niet in staat zijn deze investering te doen. Op dit moment is het niet duidelijk of de aanvragers marktpartijen hebben benaderd. Daarnaast is een belangrijke overweging voor het publiek financieren van HealthRI het feit dat het hierbij gaat om gezondheidsdata van grote groepen Nederlanders. Deze data dienen publiek beheerd te worden en kunnen vanuit privacy-oogpunt en uit oogpunt van academisch onderzoek niet in handen komen van private partijen.
6	Geef aan in welke mate aanvragers concreet aangeven hoe en op basis waarvan toegekende middelen uiteindelijk aan individuele bedrijven ter beschikking worden gesteld	- Procedure wordt beschreven maar zonder toets op additionaliteit De data infrastructuur van Health RI is een collectieve voorziening. Het gaat om een open infrastrucuur (die niet aan één onderneming toebehoord). Het te ontwikkelen gezondheidsdata-infrastructuur is een gezamenlijk initiatief wat bestaat uit meer dan 150 publieke en private partijen, waaronder het Nederlands Kanker Instituut, elf gezondheidsfondsen, kennisinstellingen, zorgpartijen en bedrijven, waaronder Philips, DSM en Elsevier. Deze partijen zullen de gebruikers zijn van het raamwerk wanneer deze eenmaal is ontwikkeld. De vraag is echter of de aanvragers hebben getoetst of deze partijen niet een deel van de investeringskosten kunnen dragen voor de ontwikkeling van het raamwerk. De private bedrijven zijn overigens niet deelnemer in het consortium, maar kunnen wel de HealthRI diensten afnemen. Wanneer het Nationaal Groeifonds een significante bijdrage levert aan de ontwikkeling van Health RI betekent dit dat een aantal bedrijven die hierbij betrokken zijn,
7	Geef aan in hoeverre de Nederlandse financieringsmarkt is toegerust om aanvragers van kapitaal te voorzien	Volgens de aanvrager worden dit type investeringen bijna uitsluitend gedaan door centrale overheden, wanneer zij kijken naar bijvoorbeeld Frankrijk en Duitsland. Zij geven aan dat dit *bijna* altijd het geval is, dus het is de vraag of de aanvrager bekend is met vergelijkbare investeringen die niet zijn gedaan door centrale overheden, en wat deze ervaring heeft geleerd. <u>Publiek:</u> - **Reguliere bekostigingsmechanismen voor onderzoeks- infrastructuren:** deze zijn volgens de aanvrager te klein en gespreid. Het is onduidelijk welke mechanismen de aanvrager hiermee bedoelt, en of ze dit hebben getoetst. - **Overige instrumentarium vanuit NWO:** de aanvrager geeft als voorbeeld het Zwaartekracht-programma, welke specifiek gericht is op het uitvoeren van vernieuwend onderzoek, en niet op onderliggende collectieve infrastructuur. Daarnaast geeft de aanvrager aan dat bij deze subsidies een maximum van

		25% van de aangevraagde bijdrage voor investeringen in indastructuur. Het is onduidelijk of de aanvrage hier een aanvraag voor heeft ingediend om te toetsen of dit een mogelijkheid is. - **Financiële publieke instrumenten binnen het OCW-**domein: deze zijn volgens de aanvrager niet aanwezig. - **Regionale fondsen/ROMs:** volgens de aanvrager kunnen regionale fondsen niet in Health RI investeren gezien zij lokale doelstellingen hebben en niet kunnen bijdragen aan een nationale infrastructuur. Wel bieden de fondsen op termijn kansen voor het versterken van de onderliggende regionale data-infrastructuur als de nationale structuur is ingericht. <u>Privaat:</u> - **Private investeerders:** Voor LSH zijn er een aantal private partijen die middelen beschikbaar stellen voor de ontwikkeling van gezondheid-gerelateerde proposities. Volgens de aanvrager kan het bedrijfsleven dergelijke investering niet doen omdat de business case niet positief is, en zijn er daarnaast te veel risico's. Het is opvallend dat de aanvrager aangeeft dat de business case niet positief is, terwijl ze ook aangeven dat het een duurzaam model is en ze onder het kopje 'financiën' dit niet genoemd wordt. Daarnaast is het onduidelijk of ze dit hebben getoetst bij private investeerders. Mogelijk bedoelen de initiatiefnemers dat het model kostendekkend kan zijn (mondeling gaven zijn ook enkele voorbeelden uit o.a. het VK). - **Invest-NL:** volgens de aanvrager is Invest-NL niet geschikt omdat de revolverendheidseisen niet passen binnen de businesscase van Health RI. De vraag is waarom het niet revolverend kan worden. Dit is niet getoetst bij Invest-NL.

6.4.2 RegMed XB

	Vraag	Format van het antwoord
1	Omschrijf kort de aanvraag en de beoogde aanwending van de gevraagde middelen	RegMedXB is een ecosysteem-initiatief en heeft de ambitie om met een bijdrage uit het Nationaal Groeifonds een RG-pilotfabriek(en) te realiseren met vier gespecialiseerde locaties die samen alle kennis, faciliteiten en diensten bieden om onderzoekers en (startende) bedrijven te ondersteunen bij het ontwikkelen en valideren van nieuwe productietechnologie en -diensten voor RG-therapieën. De RG-pilotfabriek wordt gebouwd onder het bestaande consortium van Regmed XB, bestaande uit UMC's, bedrijven, universiteiten, regio's en ministeries. Er zijn vier pilotfabrieken die door een regionaal verband van provincies en kennisinstellingen worden getrokken en waar bedrijven in de toekomst gebruik van kunnen maken. Iedere pilotfabriek krijgt een eigen directie en een passende organisatie entiteit/ bedrijfsvorm. Noemenswaardig zullen deze fabrieken, in praktijk vergelijkbaar met laboratoria, aangesloten worden bij de lokale UMC's. RegMedXB vraagt om een bijdrage van **€56 mln** voor cofinanciering van de bouw van de pilotlijnen en het dekken van operationele verliezen in de eerste jaren. Partners dragen een vergelijkbaar bedrag van € 54,8 mln. bij.
2	Geef aan welk deel van het aangevraagde bedrag ten goede komt aan welk domein van het NG?	• Research, Development en Innovatie: volledige bedrag van **€56 mln** staat ter beschikking voor het realiseren van de pilot fabrieken. De RG-pilotfabriek is een van de vijf RegMedXB ontwikkelinitiatieven rondom regeneratieve geneeskunde en draagt als zodanig bij tot het uitbouwen van het Nederlandse LSH-ecosysteem voor nieuwe therapieontwikkeling. De pilot-fabrieken functioneren daarbij als testlabs voor nieuwe R&D innovaties voor ontwikkelingen in de RG-sector (regeneratieve geneeskunde). Deze pilot faciliteiten kunnen beschouwd worden als harde, niet- verplaatsbare infrastructuur.
3	Geef aan welk deel van het bedrag specifiek bedoeld is voor ondernemingen?	• Alleen totaal bedrag te duiden Bedrijven mogen gebruik maken van de pilot fabriek tegen betaling (gebruiksvergoeding). De betrokken academische centra dragen bij aan de ontwikkeling van de pilotfabrieken. Er zal dus geen directe financiering toebedeeld worden aan ondernemingen, maar toekomstige spin-offs en start-ups in het domein van RG zullen indirect mogelijk wel profiteren van deze investering. Concreet realiseert dit voorstel ontwikkel en pilotlijnen in Leiden, Utrecht, Eindhoven en Maastricht met tot en met 2026 als doelstellingen: - 250 gebruikers/klanten bediend (universitaire instellingen en bedrijven) - 75 miljoen euro omzet uit de verkoop van producten en/of verhuur van capaciteit, diensten en apparatuur - 120 nieuwe directe banen in de pilotlijnen

		- 25 spin-outs uit onderzoek aan de pilotlijnen en uit ontwikkelde productietechnologie Volgens RegMedXB zal de omzet kostendekkend zijn en niet leiden tot winsten. Dit is besproken tijdens de individuele workshop met de aanvragers.
4	Geef aan in welke mate een onderbouwde business case onderdeel is van de aanvraag, waaruit blijkt welk deel rendabel is en welk deel onrendabel?	• Wel aanwezig • Kwantitatief en kwalitatief • Er tussenin • Op het niveau van individuele investeringen, echter wel gebundeld en aangeduid als 'partnerfees' Volgens de aanvragers betreft het een niet-structurele, incidentele investering vanuit het NG, gezien de RG pilotfabriek een duurzaam model heeft waarin op termijn de inkomsten (uit gebruik, spin-off, partnerbijdragen, etc.) de kosten kunnen dekken. De aanvrager geeft echter wel aan dat het een negatieve business case betreft omdat geen enkele private partij een langdurige investering zal doen in infrastructuur waarbij binnen afzienbare geen exit mogelijk is. Een belangrijke vraag aan de aanvrager zou kunnen zijn waarom het niet mogelijk is om hier een positieve business case van te maken, gezien er duidelijk vraag naar is vanuit bedrijven en deze tegen betaling hiervan gebruik mogen maken. Hoeveel jaar bedraagt het om de investeringskosten terug te verdienen? Wellicht kan een parallel getrokken worden met academische laboratoria en CRO organisaties. Tijdens de workshop is aangegeven dat het vooruitzicht naar een renderend verdienmodel niet op de horizon ligt. Zodoende is het niet mogelijk voor private investeerder en/of vastgoed ontwikkelaars om hier een rol te spelen aangezien ze niet kunnen voldoen aan de looptijd die een investering mogelijk maakt.
5	Geef aan in welke mate aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn tot financiering?	• Onduidelijk • Er tussenin Op dit moment is het niet duidelijk of de aanvragers marktpartijen hebben benaderd, aangezien zij een analyse hebben gegeven van de verschillende mogelijkheden en aangeven dat deze niet geschikt zijn voor dit type investering. Het is onduidelijk of zij dit daadwerkelijk getoetst hebben.
6	Geef aan in welke mate aanvragers concreet aangeven hoe en op basis waarvan toegekende middelen uiteindelijk aan individuele bedrijven ter beschikking worden gesteld	• Procedure wordt beschreven maar met toets op additionaliteit De toegekende middelen worden gebruikt voor de ontwikkeling en de bouw van de RG-pilotfabriek. Wanneer individuele bedrijven hiervan gebruik willen maken, kan dit tegen betaling. Er zal voor deze aanvraag dus geen kapitaal ter beschikking worden gesteld aan individuele bedrijven. Los van aanbestedingen om dit project te realiseren.
7	Geef aan in hoeverre de Nederlandse	Volgens de aanvrager worden dit type investeringen bijna uitsluitend gedaan door centrale overheden, wanneer zij kijken naar bijvoorbeeld Frankrijk en Duitsland. Zij

	financieringsmarkt is toegerust om aanvragers van kapitaal te voorzien	geven aan dat dit *bijna* altijd het geval is, dus het is de vraag of de aanvrager bekend is met vergelijkbare investeringen die niet zijn gedaan door centrale overheden, en wat deze ervaring heeft geleerd. <u>Publiek:</u> Er is volgens de aanvrager geen alternatief publiek instrument in Nederland om deze investering te doen qua omvang en scope. - **Investeringen vanuit NWO:** deze zijn volgens de aanvrager niet groot genoeg en te wetenschapsgericht. - **EU-financiering:** dit is volgens de aanvrager niet toegankelijk omdat de pilotfabriek in NL wordt gebouwd. - **RVO instrumentarium:** dit richt zich volgens de aanvrager op kleinere en andere typen investeringen. - **Invest-NL:** dit is volgens de aanvrager niet geschikt omdat de revolverendheidseisen niet passen binnen de business case. RegMedXB heeft deze businesscase overigens niet voorgelegd, wel een overkoepelend plan (€ 250 mln.) in 2019. - **ROMs:** aangezien het niet revolverend is volgens de aanvrager zijn de ROMs hier ook niet geschikt voor. Het is onduidelijk of de aanvrager dit heeft getoetst door aanvragen in te dienen bij bovenstaande partijen. <u>Privaat:</u> Volgens de aanvrager is de RG pilotfabriek niet privaat te financieren, gezien het een negatieve businesscase omvat ivm de hoge eisen die gesteld worden aan kwaliteit en veiligheid (GMP = duur), risico's rondom regulering en businessmodellen. De farma industrie en BiotechVC's investeren volgens RegMed niet in vroege fase en opkomende RG-bedrijven zijn nog niet winstgevend. Wel kunnen er al vanaf 2023 diensten verkocht worden waar inkomsten mee gegenereerd worden. De economische meerwaarde zou voor RegmedXB oplopen van 300 mln. in 2023 tot aan 1 mld. in 2028. Zij geven wel aan dat om gebruik te kunnen maken van Provinciale en regionale bijdragen, het niet mogelijk is om de fabriek centraal op één locatie te bouwen, hetgeen voor een business case wellicht makkelijker zou zijn. Tot slot, kunnen private investeerders in deze fase geen bijdrage leveren omdat ze zijn gebonden aan looptijden en het vooruitzicht naar een exit. Gezien het gebrek aan rendement is dit niet mogelijk.
8	Op welke manier kan het additionaliteitsrisico bij deze aanvraag verkleind worden?	Om het additionaliteitsrisico (in de aanvraag) te verkleinen wordt geadviseerd om de volgende verdieping en focus aan te brengen: - Onderbouwing van noodzaak tot subsidie middels een business case die de onrendabele component en daarmee het marktfalen aantoont. Met name de noodzaak tot subsidie i.v.m. andere vormen van overheidsingrijpen is hierin momenteel onderbelicht.

		- Waarborgen om op lange termijn te garanderen dat de baten in het publieke domein vallen. Hierin is het met name van belang dat andere kennisinstellingen en de spin-offs die zij generen ook de mogelijkheid hebben om hiervan te profiteren. - Onderbouwing van de waarborgen om te garanderen dat de faciliteiten marktconform zullen worden geëxploiteerd waarbij er geen ontwrichting van de markt kan ontstaan doordat er geen rendementseisen zijn voor de (infrastructuur) faciliteiten zoals omschreven in de aanvraag.

6.5 Groenvermogen

	Vraag	Format van het antwoord
1	Omschrijf kort de aanvraag en de beoogde aanwending van de gevraagde middelen	Waterstof is een onmisbaar onderdeel van een klimaatneutrale economie. Bij de huidige stand van de technologie is CO2-vrije waterstofproductie echter nog te duur om deze cruciale rol te spelen. Daarom beoogt dit programmavoorstel een substantiële bijdrage te leveren aan de opschaling van waterstof en toepassing van groene elektronen in energie-intensieve industrieën met een integrale aanpak bestaande uit grootschalige demonstratieprojecten, een breed samenhangend onderzoeks- en innovatieprogramma en een sterke human capital agenda. Samen moeten de publieke investeringen in deze drie onderdelen een krachtig en flexibel waterstofecosysteem creëren dat de basis vormt voorde opschaling van waterstof en elektrochemie, en de ontwikkeling van nieuwe verdienmodellen. Het programma loopt tot 2028 en kan direct van start vanwege de grote interesse bij Nederlandse partijen voor waterstofprojecten. De Topsectoren Chemie, Energie en HTSM dienen het voorstel in. Het programma vraagt een bijdrage van € 738 miljoen en moet daarnaast nog eens het dubbele aantrekken aan private bijdragen. De investeringspropositie heeft een totale omvang van € 500 miljoen en de nadruk ligt op investeringsprojecten voor de opschaling van groene waterstofproductie via elektrolyse. Er wordt verondersteld dat er voor blauwe waterstof al voldoende ondersteuning is via de SDE++ voor CCS. De investeringspropositie is opgesplitst in 3 type demonstratieprojecten: - ‘Kleinere’ groene waterstofprojecten met omvang van 10-20 MW. Het gaat hierbij om integrale keten projecten in regionale energie- en industrieclusters met een start en realisatie in de periode 2021-2022. Budget: € 100 miljoen. - Grootschalige groene waterstofprojecten 3 X 100 MW. Investeringsbeslissing (FID) uiterlijk in 2023, beoogde realisatie 2025. Budget: € 200 miljoen. - Projecten voor de toepassing van klimaat neutrale waterstof in sectoren die moeilijk te verduurzamen zijn zoals industrie, zwaar transport en lucht- en scheepvaart. Start bouw 2024 en realisatie in 2026. Budget: € 200 miljoen. Voor deze demonstratieprojecten gaat het voorstel ervan uit dat 70% privaat gefinancierd kan worden en de overige 30% publiek. Het onderzoek- en innovatieprogramma voor TRL’s 2-8 dat in totaal € 177 miljoen bedraagt moet de investering in opschalingsprojecten versterken. De processen voor productie en toepassing van waterstof zijn nu vaak nog te duur en kennen technische risico’s. Die processen zijn nog niet (uit)ontwikkeld, moeten veel efficiënter en effectiever worden, de kosten moeten omlaag, goedkopere materialen zijn nodig met een hogere performance en dit alles moet geïntegreerd worden in voornamelijk

bestaande productieketens. Bovendien zijn nieuwe verdienmodellen nodig om aanvullende private investeringen aan te trekken. Hiervoor voorziet het voorstel in een doelgericht, nationaal onderzoeks- en innovatieprogramma. De human capital agenda moet leiden tot voldoende aanbod geschoold personeel en faciliteert de uitwisseling van kennis en ervaringen tussen kennisinstellingen, bedrijfsleven en andere partijen. Deze agenda bedraagt in totaal € 50 miljoen. Tot slot is er nog €11 miljoen gereserveerd voor programmamanagement.

Overzicht van het gevraagde subsidiebedrag uit het groeifonds		
Demonstratieprojecten (M€ 500)		
	Privaat (70%)	Publiek (30%)
Eerste waterstofprojecten:	M€ 233	M€ 100
Tenders 100 MW:	M€ 467	M€ 200
Waterstoftoepassingen:	M€ 467	M€ 200
Subtotaal demonstratieprojecten	M€ 1.167	M€ 500
Kennisecosysteem (M€ 227)		
	Privaat (10-40%)*	Publiek (60-90%)*
WP 1 Making carbon neutral H2:	M€ 4-23	M€ 35
WP 2 Transport & Storage of H2:	M€ 3-16	M€ 27
WP 3 Direct use of H2:	M€ 3-16	M€ 26
WP 4 H2 and green e for C-based chemistry:	M€ 4-23	M€ 36
WP 5 H2 and green e for N-based chemistry:	M€ 2-13	M€ 21
WP 6 Green H2, feedstock and e for specialties:	M€ 2-13	M€ 20
WP 7 Cross cutting issues *(+ minstens 5% budget uit WP 1-6):*	M€ 1-7	M€ 12
HCA:	M€ 6	M€ 50
Subtotaal kennisecosysteem:	M€ 83	M€ 227
Programmamanagement	M€11	
Totaal gehele programma:	Circa M€ 1.250	M€ 738
Omvang gehele programma:	**Circa M€ 1.988**	

		*Bij de berekening van de programmalijnen is uitgegaan van de volgende basisregels: experimenteel onderzoek 25% subsidie, industriële ontwikkeling 50% subsidie, fundamenteel onderzoek 70-90% subsidie (conform NWO-regels). Omdat nog niet exact vast te stellen is in welke programmalijnen alle projecten zullen vallen, is gerekend met een verwachting van 10-40%
2	Geef aan welk deel van het aangevraagde bedrag ten goede komt aan welk domein van het NG?	• Research, development en innovatie De investeringspropositie gericht op de opschaling van waterstof middels grootschalige demonstratie projecten voor zowel productie als toepassing van waterstof valt onder het domein R&D&I. Het onderzoek- en innovatieprogramma voor TRL 2-8 valt onder hetzelfde domein. De human capital agenda zou onder het domein kennisontwikkeling geschaard kunnen worden. Nadruk van de aanvraag ligt hiermee op R&D&I.
3	Geef aan welk deel van het bedrag specifiek bedoeld is voor ondernemingen?	• Mature ondernemingen (vaak via een consortium) en een enkele start-/scale-up • Alleen totaal bedrag is benoemd, niet individuele project bedragen De investeringspropositie is grotendeels gericht op projectfinanciering voor projecten gericht op productie van klimaatneutrale waterstof of de grootschalige toepassing van klimaatneutrale waterstof. Deprojecten genoemd bestaan voornamelijk uit consortia van volwassen ondernemingen. Het onderzoek- en innovatieprogramma bestaat uit 7 werkpakketen welke zich richten op industrieel, toegepast of fundamenteel onderzoek (TRL 2-8), om technische onzekerheden en de beoogde kostenreductie te realiseren en nieuwe verdienmodellen te ontwikkelen. Soms gaat het hierbij ook om de realisatie van een pilot/demo installatie. Hier zou mogelijk een deel ondernemingsfinanciering aan te pas komen.
4	Geef aan in welke mate een onderbouwde business case onderdeel is van de aanvraag, waaruit blijkt welk deel rendabel is en welk deel onrendabel?	Scores: • Er wordt wel een generieke business case gepresenteerd • Kwantitatief • Deze business case is matig onderbouwd • Er is geen onderbouwing van individuele projecten Er is een kwantitatieve onderbouwing van de business case voor waterstof productie middels een elektrolyser aanwezig. De business case is generiek/op macro niveau doorgerekend waarbij de onderbouwing van de kengetallen vaak niet aanwezig is. Uit de gepresenteerde business case, waarin wordt gerekend met een CAPEX-subsidie van 40%, volgt niet direct de rechtvaardiging voor de keuze voor een 70/30 verhouding van publiek/private investeringen in waterstof productie projecten. Echter, op basis van een eerste voorzichtige Invest-NL analyse wordt ingeschat dat een 30% subsidie aanvaardbaar is. Op dit moment zit er nog een forse onrendabele top op

de productie van groene waterstof t.o.v. de productie van grijze waterstof. De verwachting is wel dat deze onrendabele top in 2030 hoogstwaarschijnlijk zal verdwijnen als gevolg van een stijgende CO_2-heffing:

- CO_2-heffing voor de industrie gaat van €30/ton in 2020 naar €125/ton in 2030.
- Op basis van een analyse van bijvoorbeeld BNP AM zou deze CO_2-heffing genoeg moeten zijn om grijze door groene waterstof te vervangen (zie tabel hieronder)
- Enkel in het geval van een zeer lage aardgas prijs van €10/MWh en een kostprijs van groene waterstof van €2.5/kg zou de beoogde CO_2-heffing niet voldoende zijn en zou een heffing van € 149/ton noodzakelijk zijn.
- Als we ervan uitgaan dat de projecten in dit voorstel vanaf 2025 operationeel zullen zijn dan zal er slechts voor 5 jaar een onrendabele top zijn.

Op basis van onze eigen analyse en onderstaande input data uit verschillende

Matrix shows implied 2030 fair value for EUAs on our four 2030 cost scenarios for green hydrogen

	€1.75	€2	€2.25	€2.5
€10/MWh	€79/t	€103/t	€126/t	€149/t
€15/MWh	€56/t	€79/t	€103/t	€126/t
€20/MWh	€34/t	€57/t	€81/t	€104/t

Source: BNPP AM Research estimates

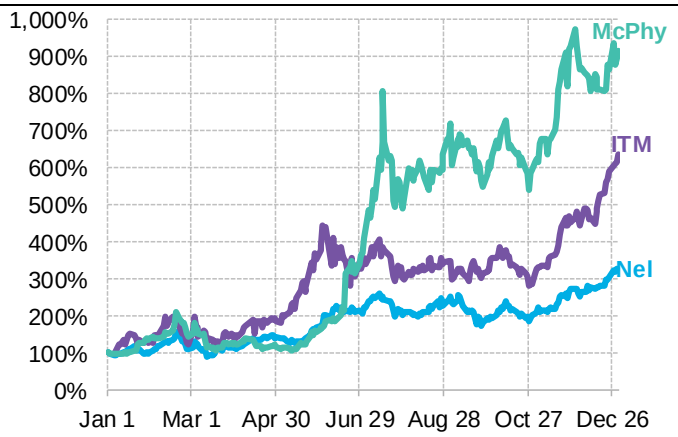
rapporten komen wij op de volgende inschatting van de onrendabele top in 2025:

Variabele	Prijs	Bron
Grijze waterstof (€/kg)	1.4-1.9	IEA, Input aanvraag
Groene waterstof (€/kg)	3.4-3.7	Guidehouse/Hydrogen Europe
CO2-prijs (€/kg CO2)	50	Aanname uit aanvraag
CO2-heffings kosten (€/kg H2)	0.45	Aanname uit aanvraag
Prijs grijze waterstof inclusief CO2-heffing (€/kg)	1.85-2.35	-
Onrendabele top (€/kg)	1.05-1.85	-

De prijs voor groene waterstof waarmee de aanvraag rekent komt impliciet neer op ongeveer € 4.2/kg en is hoger dan in recente literatuur wordt aangenomen. Hierdoor lijkt de onrendabele top ook groter. De exacte effecten van een verandering in de groen waterstof prijs en onrendabele top op de omvang van de benodigde (CAPEX)-subsidie zouden nader onderzocht moeten worden.

		De HBE premie (€2/kg) waarmee in het voorstel gerekend wordt lijkt in elk geval groter dan de onrendabele top (zelfs in de voorbeeld case van de aanvragers €4.2 – €2.35 = €1.85). Deze premie geldt echter alleen voor de mobiliteitssector en niet voor overige moeilijk te verduurzamen sectoren zoals de industrie. Voor deze sectoren zonder HBE premie lijkt volgens ons eigen berekening (zie tabel) een subsidie van 30% gerechtvaardigd ook in het meest gunstige geval (dus met een onrendabele top van €1.05/kg). Met een oplopende CO2-heffing richting 2030 kan deze onrendabele top wel verminderen of zelfs verdwijnen afhankelijk van de ontwikkeling van gas- en elektriciteitsprijzen en overige factoren (bijv. kostprijs reducerende innovaties en opheffen bottlenecks in de keten). Een onderbouwde business case voor de individuele projecten gericht op de toepassing van waterstof ontbreekt. Men spreekt van het (gedeeltelijke) beschikbaar stellen van terugbetaalbare voorschotten om dubbele subsidiëring te voorkomen. Verder toelichting over hoe dit instrument gestructureerd zal worden ontbreekt evenals onderbouwing over de eerder genoemde 70/30 verhouding publiek/privaat kapitaal.
5	Geef aan in welke mate aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn tot financiering?	• Wordt niet duidelijk uit aanvraag Op basis van de in de aanvraag veronderstelde onrendabele top van groene waterstof t.o.v. grijze waterstof gaat men ervan uit dat volledige financiering door marktpartijen niet tot de mogelijkheden behoort. Uit de tekst in het voorstel komt niet naar voren in hoeverre de aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn om het eerder genoemde aandeel van 70% te financieren.
6	Geef aan in welke mate aanvragers concreet aangeven hoe en op basis waarvan toegekende middelen uiteindelijk aan individuele bedrijven ter beschikking worden gesteld	• Procedure wordt beschreven maar met toets op additionaliteit Voor de investeringspropositie beogen de aanvragers gebruik te maken van een tender systematiek waarbij de uitvoering bij RVO komt te liggen. Selectie zou plaatst moeten vinden op basis van nader te bepalen criteria waaronder o.a. kosteneffectiviteit en potentieel voor verder kostenreductie. Ook wordt er beschreven dat Invest-NL een grote rol zou moeten spelen in een toets op additionaliteit bij de uitvoering van het programma. Invest-NL zou lid moeten worden van de nationale adviescommissie van het programmabestuur om het additionaliteitsrisico te mitigeren.
7	Geef aan in hoeverre de Nederlandse financieringsmarkt is toegerust om aanvragers van kapitaal te voorzien	- <u>Markt & technologie:</u> Met betrekking tot het aanbod van financiering moet onderscheid worden gemaakt tussen de financiering van projecten (gericht op productie / de bouw waterstoffabrieken) en ondernemingen (start-ups gericht op technologie ontwikkeling). Voor de eerste (financiering van projecten gericht op productie) geldt dat financiers kijken naar: o Technologierisico (doet de fabriek wat die moet doen) o Ketenrisico (zijn er bottlenecks in de keten)

		o Procesrisico (levert de fabriek volgens specificatie) o Risico's met betrekking tot feedstock en offtake (beschikbaarheid en prijsrisico's) o De business case Afhankelijk van de mate waarin technologie en proces bewezen is, zijn private financiers bereid tot financiering conditioneel op de het realiseren van een positieve business case (lees afdekken van onrendabele top) met acceptabel risicoprofiel (lees mitigeren van het margerisico dat ontstaat doordat de prijs van feedstock en offtake beperkte gecorreleerd zijn). Hierbij is het belangrijk te realiseren dat de onrendabele top en het marge risico samenhangen (net zoals dit geldt voor windprojecten). Vanuit kostenefficiëntie is het belangrijk hier rekening mee te houden bij het structureren van een eventuele subsidie. Voor het tweede (financiering van ondernemingen/start-upsgericht op technologie ontwikkeling) geldt dat de beschikbaarheid van kapitaal zeer afhankelijk is van de fase van de technologie en onderneming. Enerzijds is er momenteel veel kapitaal beschikbaar (zoals uit de getoonde beurskoersen blijkt). Anderzijds geldt dat deze interesse vaak beperkt is tot een selecte groep grotere ondernemingen en niet voor risicovolle, vroege fase start-ups. Uit een onderzoek van Invest-NL ("Bottlenecks voor deeptech scale-ups in de Klimaat & Energietransitie, Sept. '20) onder deeptech start-ups blijkt dat er zowel een tekort aan financiering is in de seed fase als de opschalingsfase met tickets groter dan EUR 15mln. De reden hiervoor zijn (behalve het hoge risicoprofiel van dergelijke investeringen dat): o Het beoordelen van de investering specifieke kennis en ervaring vereist die vaak niet aanwezig is bij investeerders. o De omvang en looptijd van de investeringen vaak niet aansluit bij het business model van de verstrekkers van risicokapitaal. o Er meer dan kapitaal vereist is (actief portfoliomanagement). o Er te weinig private durfkapitalisten zijn in Nederland in deeptech. Waterstof lijkt op dit moment in een 'hype' fase te zitten gekenmerkt door groots enthousiasme over het feit dat waterstof dé oplossing is voor de energietransitie. 2020 werd getypeerd door de ongeremde aankondiging van grootschalige waterstofprojecten en continue stroom van waterstofpublicaties. Ook valt op te merken dat de aandelenprijs van 3 van de grootste Europese fabrikanten van elektrolysers op een astronomische wijze is gestegen (200%-900%). Dit kenmerkt nogmaals de gigantische interesse van veel partijen in waterstof.



Bron: BloombergNEF

- Fase: Bij projectfinanciering gaat het om het opschalen van bestaande technieken. De business case zit in het verkopen van groene waterstof. Om dit rendabel te maken moet de prijs van deze groene waterstof gelijk of lager zijn dan grijze waterstof. Op dit moment is daar nog geen sprake van en daarom is ondersteuning in de vorm van subsidie nodig.

  Voor ondernemersfinanciering gaat het om de TRL-fase van de techniek. Voor de lagere TRL-fases zijn er verschillende publieke fondsen en regelingen beschikbaar. Bij de hogere TRL`s is er sprake van minder risico en ook daar is financiering beschikbaar.

- Type kapitaal: Bij een goed werkende markt kan de productie van waterstof op een gelijkwaardige manier als bijvoorbeeld windmolens gefinancierd worden en is hier op termijn geen subsidies voor nodig. Op dit moment is er sprake van een onrendabele top en is voor de opschaling van productielocaties een combinatie van publieke en private financiering nodig. De onzekerheid in de ontwikkeling van de onrendabele top door zowel afhankelijkheid van de feedstock (elektriciteit) prijs als van de productprijs (waterstof) versterkt de noodzaak voor publieke financiering.

  Voor de ontwikkeling van waterstof innovaties zijn verschillende Nederlandse en Europese investeringsfondsen actief. Uit onze analyse blijkt echter dat deze financiering vooral waar nog hoge (technologie) risico`s zitten er niet voldoende sprake is van marktfalen.

- Ticket size: De productie van waterstof is nog niet zo ontwikkeld als bijvoorbeeld die van elektriciteit door windmolens. Voor de grotere projecten is er dan ook nog een duidelijk tekort in de markt wat alleen opgelost kan worden met subsidies.

		In Nederland en de rest van Europa zijn juist de hogere tickets vanaf miljoen lastig te financieren. Dit geldt ook binnen de waterstof sector. Uit analyse van het korte termijn overzicht van waterstofprojecten in Nederland in Bijlage blijkt dat de gemiddelde financieringsvraag € 94 miljoen is voor groene waterstof projecten en € 83 miljoen voor de toepassing van waterstof.
8	Op welke manier kan het additionaliteits- risico bij deze aanvraag verkleind worden?	Op basis van onze eigen analyse is een subsidie van 30% te rechtvaardigen gezien de grootte van de onrendabele top ook in het meest gunstige geval. Daarnaast is de exploitatie subsidie SDE++ door een recente uitspraak van de Europese commissie (zie kamerbrief over 1e openstelling regeling SDE++ en verloop voorjaarsronde SDE+ 2020 van 14 September 2020) zeer beperkt in draaiuren voor elektrificatie-opties als waterstof. Deze factoren, samen met de door de aanvragers genoemde technologische onzekerheden in de keten (wat bevestigd is door een TNO studie in opdracht van Invest-NL) maakt dat het additionaliteits risico beperkt lijkt. Op basis van het aangeleverde propositieformulier zien we mogelijkheid tot aanscherping van het voorstel, middels onderstaande aandachtspunten. Gezien de beperktheid van de informatie en beschikbare tijd ter review betreffen dit veelal eerste meningen en adviezen. Nader onderzoek en verkenning zal nodig zijn om concretere adviezen o.b.v. feitelijkheden en gestructureerde onderbouwing te kunnen geven. Het addionaliteitsrisico zou verder gemitigeerd kunnen worden door: - Inzicht te krijgen over TRL niveaus per project (Invest-NL investeert alleen vanaf TRL-7) en de subsidie aan te passen op basis van TRL van een project. - Per individueel project onderbouwing te krijgen over de business case inclusief een analyse over technische- en economische onzekerheden in de keten. - Voor individuele projecten op TRL 8/9 niveau inzicht krijgen in afwijzingen private investeerders. - Het hanteren van een subsidie(percentage) die geleidelijk over de jaren heen afbouwt naarmate de CO_2-heffing oploopt en de BuCa voor groene waterstof zich positief ontwikkelt. - Voor effectievere toekenning van publieke middelen te onderzoeken hoe de subsidie mee kan bewegen met de ontwikkeling van de onrendabele top. - Te waarborgen dat ondersteuning primair wordt gericht op de toepassingen die geen alternatieven hebben door e.g. een waardering hiervan op te nemen in de tendercriteria. Over het algemeen geldt dat deze toepassingen lastiger rendabel te krijgen zijn wat overheidssteun des te meer zou rechtvaardigen.

6.6 Brainportlijn

<table>
<tr><th></th><th>Vraag</th><th>Format van het antwoord</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Omschrijf kort de aanvraag en de beoogde aanwending van de gevraagde middelen</td><td>Brainportlijn is een vorm van collectief zero-emissie, connected en zelfrijdend vervoersysteem. Dit moet alle Brainportcampussen rondom Eindhoven met elkaar en ook met nationale en internationale economische centra verbinden. Het idee is een emissieloos OV-systeem waarin ‘pods’ van verschillende omvang over vrije rijbanen rijden, langs overstappunten bij uitvalswegen en rond bestaande OV-knopen.

De Brainportlijn vraagt een eenmalige investering van € 1.042 miljoen (inclusief BTW). Volgens de Brainportlijn is deze investering van economische en maatschappelijke waarde voor de regio Eindhoven én Nederland. Met deze investering wordt een duurzaam verdienvermogen beoogt door:
a) Bereikbaarheid te verbeteren binnen een gebied van economische toplocaties, kennisinstellingen en woonlocaties
b) Banen te creëren met de ontwikkeling, realisatie en vermarkten van een innovatief mobiliteitssysteem
c) Groene en duurzame mobiliteit in de praktijk te brengen en een implus te geven aan R&D-investeringen op dit gebied
d) Een bijdrage te leveren aan de mobiliteits- en energietransitie in Nederland en het imago van Nederland op dit gebied te versterken

De € 1.042m wordt onderverdeeld in twee delen:
<table><tr><th>Infrastructurele gedeelte</th><th>€ 982m</th></tr><tr><td>Infra</td><td>€ 433,400,000</td></tr><tr><td>Haltes & Hubs</td><td>€ 186,500,000</td></tr><tr><td>Aanpassingen Busstation</td><td>€ 195,800,000</td></tr><tr><td>Remise & Verkeerscentrale</td><td>€ 165,800,000</td></tr><tr><th>Innovatieve gedeelte:</th><th>€ 60m</th></tr><tr><td>Voertuigsysteem</td><td>€ 14,580,000</td></tr><tr><td>Batterij Ontwikkeling</td><td>€ 12,300,000</td></tr><tr><td>Digitale Infra</td><td>€ 12,100,000</td></tr><tr><td>Ontwikkel Lab</td><td>€ 14,500,000</td></tr><tr><td>Overige Mobiliteitsdiensten</td><td>€ 6,500,000</td></tr></table></td></tr>
<tr><td></td><td>Geef aan welk deel van het aangevraagde bedrag ten goede komt aan welk domein van het NG?</td><td>• Infrastructuur

Volgens de aanvraag wordt alles toegekend aan infrastructuur, echter zou je kunnen beargumenteren dat een gedeelte van de aanvraag (het innovatie gedeelte van € 60m) eerder toe te kennen is aan R&D en innovatie. Zo zijn bijvoorbeeld de ontwikkeling van zelfrijdende bussen, batterijtechnologie eerder innovaties dan infrastructuur.</td></tr>
</table>

3	Geef aan welk deel van het bedrag specifiek bedoeld is voor ondernemingen?	• mature ondernemingen in een consortium • Alleen totaal bedrag te duiden Het infrastructurele bedrag van € 982m is bedoeld om infrastructuur te ontwikkelen in en rondom de stad Eindhoven. Dit infrastructuur komt dan in eerste instantie ten goede van de diensten die hiervan gebruik mogen maken. Afhankelijk van hoe de Staat / Gemeente / Stad dit infrastructuur wil gaan uitbesteden is het nog niet helder in hoeverre dit deel van de aanvraag één specifieke onderneming ten goede komt. Op basis van praktijk zou je kunnen zeggen dat het de maatschappij in haar geheel ten goede komt. Met betrekking tot het innovatieve gedeelte is het niet helder wie de specifieke bedragen ten goede komt – aandeelhouders constructie is onbekend in deze. Advies zou zijn dit op te helderen. Verschillende private partijen spelen namelijk wel een rol in deze (DAF, ASML, NXP, Tass, RAI, VDL, Philips, Sioux, VDL, Eindhoven Airport).
4	Geef aan in welke mate een onderbouwde business case onderdeel is van de aanvraag, waaruit blijkt welk deel rendabel is en welk deel onrendabel?	Scores: • Wel aanwezig • Kwantitatief • ertussenin • Alleen mbt het macro bedrag Business plan is aanwezig doch zeer summier. Er is een overzicht van de kosten per categorie en per jaar, echter niet een overzicht van de baten. Noch is het duidelijk welke instanties waarvoor precies verantwoordelijk zijn en welke milestones zij aan gehouden kunnen worden. In dit soort projecten is vaak sprake van onvoorziene omstandigheden. Hoe wordt hier mee omgegaan en is hier ruimte in het budget voor meegenomen. Daarnaast is het niet duidelijk wat het business model wordt van de buslijn. Wie deze gaat aansturen en wat het verdien model daarvan gaat worden. Vragen die beantwoord moeten worden zijn: 1. Hoeveel reizigers verwacht het traject te vervoeren als het eenmaal operationeel is? 2. Hoeveel van deze reizigers gaan nu al met een a. alternatief OV vervoersmiddel? b. Met de auto? c. Met de fiets? 3. In hoeverre verwacht het project impact te hebben van COVID? a. Mensen willen niet meer dicht tegen elkaar aan in het OV 4. Hoe verwacht het project te kunnen verdienen? a. Traject inkomsten per passagier? b. Licentie inkomsten? c. Other?

		5. Er wordt in het document aangegeven wie welke stroom de verantwoordelijkheid heeft maar niet hoe de verschillende stromen op elkaar wordt afgestemd en wie daarvoor de verantwoordelijkheid heeft
5	Geef aan in welke mate aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn tot financiering?	Scores: • Niet • slecht kwaliteit In het stuk wordt aangegeven dat in het vervolgtraject duidelijk zal moeten worden gemaakt welke baathebbers in het gebied deelnemen in (alternatieve) financiering en dat in dit voorstel dat verder zal moeten worden uitgediept. Hieruit blijkt dat deze inventarisatie nog niet of nog niet afdoende is gemaakt. Gezien het grote aantal private partijen die bij de aanvraag betrokken zijn als mogelijke partner zou de verwachting zijn dat naast de inbreng van kennis en tijd er ook naar mogelijkheden zou moeten worden gekeken in hoeverre zij ook een inbreng kunnen doen in de vorm van kapitaal. Verder is onduidelijk: 1. Waarom er in de MIRT onvoldoende ruimte is om een deel van de begroting op zich te pakken? 2. Waarom DEI, DKSI, SDI ++ niet een bijdrage kunnen doen. 3. Waarom INNL niet een partij is die hiernaar zou kunnen kijken. INNL financiert, maar investeert ook. INNL zou zeker naar het innovatieve gedeelte (samen met consortium partners) kunnen kijken.
6	Geef aan in welke mate aanvragers concreet aangeven hoe en op basis waarvan toegekende middelen uiteindelijk aan individuele bedrijven ter beschikking worden gesteld	• Niet Niet – maar voor een groot gedeelte zou dit ook (mogelijk) niet het geval zijn gezien het infrastructurele karakter van het project. In het stuk wordt aangegeven dat voor de aanleg van het infrastructuur de provincie Noord Brabant, de gemeente Eindhoven, Helmond en Rijkswaterstaat verantwoordelijk zullen zijn. Voor het innovatieve gedeelte van de aanvraag (€ 60m) - ontwikkelen van het systeem en de voertuigen – is Brainport Development en TNO in de lead. In de organisatie zullen ook private partijen deelnemen. Hoe dit precies eruit zal zien en welke verantwoordelijkheid en middelen naar welke partij gaan is niet uitgewerkt in het voorstel. Ook met betrekking tot het organiseren van gebruikers is de Provincie Noord Brabant in de lead. Er wordt in het stuk aangegeven dat men op zoek is naar het ontwikkelen van een nieuwe samenwerkingsvorm. Het is niet helder of en in hoeverre private partijen hier een rol zullen spelen.
7	Geef aan in hoeverre de Nederlandse financieringsmarkt	- <u>Markt & technologie:</u> Voor het Infra gedeelte zouden er mogelijk ook andere financiering mogelijk kunnen zijn (zie bovenstaande opmerkingen). Ook voor het Innovatieve deel verwachten wij dat er geld beschikbaar zou moeten zijn,

	is toegerust om aanvragers van kapitaal te voorzien	met name vanuit de private hoek, maar dit hangt af van hoe het een en ander gestructureerd gaat worden – i.e. wie wordt eigenaar van de innovatie? - Fase: Volgens de informatie dat beschikbaar is betreft het technologie dat al ontwikkeld is, maar mogelijk moet worden toegepast op een nieuwe sector. Voor het infrastructuur deel is er weinig vernieuwends. Wij kunnen ons voorstellen dat afdoende spelers hiervoor middelen zouden kunnen hebben (als de Staat ook haar rol speelt). - Type kapitaal: De investering in infrastructuur lijkt hoog, maar is in verhouding met andere trajecten in Nederland waar een aanpassing op het huidig aanwezige infrastructuur moet worden gemaakt. Deze aanvragen worden voornamelijk door Staat, gemeentes en andere publieke middelen ingevuld. Ook de middelen die nodig zijn voor het innovatie gedeelte zijn niet zo omvangrijk dat (markt) partijen daar niet voor te vinden zouden zijn. - Ticket size: Zie hierboven – wat niet naar voren komt uit de aanvraag is de betrokkenheid van de stakeholders. Dit zou verder uitgezocht moeten worden en een commitment van deze stakeholders in de vorm van een kapitaalbijdrage zou haalbaar moeten zijn. Uit een high level onderzoek blijkt dat voor infrastructurele trajecten de Staat naast provincie en gemeentes de financiering op zich nemen. - Noord-Zuidlijn is door publieke middelen gefinancierd – door de Staat en door de gemeente Amsterdam. Je zou dit traject met deze propositie kunnen vergelijken. De overheid nam een groot deel vd initiële rekening voor haar rekening en gemeente Amsterdam deed de rest. Volgens mij ging dat in eerste instantie ook om een verhouding van >1bn overheid // >300-400m gemeente Amsterdam. - Vanuit die optiek kan je dus stellen dat zo een infrastructureel project door de overheid gefinancierd moet worden verdeling Rijk // Regio. Deze verdeling zie ik echter nergens terug in het stuk dat we hebben ontvangen. - De Noord-Zuidlijn wordt mogelijk verlengd naar Schiphol. Voor dit traject is er een alliantie opgestaan. Hierin zie je ook de eigen bijdrage terugkomen. Totaal vanuit de alliantie >1bn en dan zou er vanuit het Rijk nog eens 3bn bij moeten. De alliantie bestaat uit publieke instanties, maar ook uit bijv. bedrijven Schiphol, NS, KLM. Deze bedrijven leggen samen forse bedragen neer. Je zou daarom ook verwachten dat partijen die betrokken zijn met de Brainpoortlijn ook bijdragen aan het traject. Dit zie je echter nergens terugkomen. - Ander vergelijkbaar project is de Tram naar de Uithof in Utrecht – hier was alleen busvervoer mogelijk en nu wordt er een tramverbinding gemaakt. Gemeente en Provincie Utrecht doen beide mee en daarnaast is er een subsidie vanuit de MIRT.
8	Op welke manier kan het additionaliteitsrisico bij deze aanvraag verkleind worden?	INNL is van mening dat er kapitaal bijdrages vanuit de verschillende stakeholders gevraagd kan worden. Naast de verschillende publieke stakeholders zouden de private stakeholders hier ook een rol in kunnen spelen, deze laatste groep zou zeker voor wat betreft de innovatieve aanvraag van € 60m een serieuze bijdrage kunnen leveren.

6.7 Buisleiding

	Vraag	Format van het antwoord
1	Omschrijf kort de aanvraag en de beoogde aanwending van de gevraagde middelen	***Note:*** *Deze analyse baseert zicht het Propositieformulier en een later uitgevoerd Haalbaarheidsstudie. De getallen en aannames wijken in beide documenten wijken van elkaar af. In de volgende analyse wordt steeds aangegeven wat de bron is van de genoemde cijfers.* Gastransport tussen De Haven van Rotterdam en Chemelot in Limburg gaat nu via het spoor. De aanvraag betreft de aanleg van vier buisleidingen met als aanleiding: - Dreigende overschrijding van de Basisnet Spoor-risicoplafonds op het spoornet voor het veilig vervoer van gassen; - Met als gevolg dat de aanvoer voor chemiecomplex Chemelot in de knel komt vanuit de haven- en energiecomplex Rotterdam (beiden worden geraakt door de dreigende overschrijding); - Bijdrage in de verduurzaming en de energietransitie met de mogelijkheid om CO2 en waterstof af- en aan te voeren; - Het internationale perspectief op Nederland als belangrijk schakelpunt voor de (transport) van chemie en logistiek. Het gaat om de volgende vier verschillende gassen die een eigen buisleiding moeten krijgen: 1. C4-LPG (butaan) : alternatieve krakergrondstof ter vervanging van Nafta voor de chemische sector; 2. C3-Propeen: een krakerproduct dat dient voor productie van o.a. Polypropyleen (PP), Acrylonitril (ACN), etc.; 3. Koolstofdioxide : tijdelijke afvang en opslag van CO2 (om te zetten in waterstof op termijn); 4. Waterstof (H2) : klimaatneutraal te winnen brandstof en grondstof. De eerste twee betreft gassen die gebruikt worden voor regulier gebruik terwijl drie en vier onderdeel voor de energietransitie. Op dit moment staat vast dat de eerste twee buizen worden meegenomen in de aanvraag. Voor de andere twee is dit nu nog niet duidelijk. Er zijn verschillende tracés mogelijk met verschillende aftakkingen. Er kunnen kostenvoordelen per buis gemaakt worden door de aanleg te combineren en het toevoegen van buizen drie en/of vier hebben invloed op de impact case. Het project moet in 2025 gereed zijn. Uit deze haalbaarheidsstudie blijkt dat een verbinding met Noordrijn-Westfalen en/of Antwerpen noodzakelijk is voor een goede business case.
2	Geef aan welk deel van het aangevraagde bedrag ten	• Infrastructuur

	goede komt aan welk domein van het NG?	De hoogte van de investeringen zijn afhankelijk van de keuze van het traject en het aantal buisleidingen. In de aanvraag wordt uitgegaan van de bouw van de eerste twee buisleidingen voor een totale investering van € 500 miljoen (In de haalbaarheidsstudie is dit € 347 miljoen) en een onrendabele top van € 200 miljoen. Dit is voor het Nederlandse gedeelte. Voor het aanleggen van alle vier de buizen is een investering van € 670 miljoen (€ 1 miljard in de haalbaarheidsstudie) en een nog onduidelijke onrendabele top. Deze bedragen zijn inclusief btw en vanuit de haalbaarheidsstudie wordt uitgegaan van 40% onzekerheid over de kosten. Omdat het aantal buisleidingen en het precieze tracé nog onduidelijk zijn, is de totale vraag aan het Groeifonds op dit moment nog onzeker. In de originele aanvraag gaat dit om een investering van € 200 miljoen maar het voorstel is om dit nader in te vullen aan de hand van de detail uitwerking businesscase (Q1 2021).
3	Geef aan welk deel van het bedrag specifiek bedoeld is voor ondernemingen?	• Mature ondernemingen in een consortium • Alleen totaal bedrag te duiden Voorstel is om te werken met een consortium van private en publieke partijen. HBR, Chemelot, provincies en het Rijk. De realisatie en beheer moet volledig door private partijen gedaan worden. Het is merkwaardig dat meer infra bedrijven en in het bijzonder voor transport van gassen niet expliciet meegenomen zijn. Ook is het onduidelijk hoe dit project zich verhoudt met de bedrijfsvoering en bestaande buisleidingen van bestaande partijen (zoals Gasunie/Gasterra, EBN, Shell etc.)
4	Geef aan in welke mate een onderbouwde business case onderdeel is van de aanvraag, waaruit blijkt welk deel rendabel is en welk deel onrendabel?	Scores: • niet aanwezig • kwalitatief • ertussenin • Alleen mbt het macro bedrag Er is een haalbaarheidsstudie (hoge kwaliteit) aanwezig maar deze is beknopt. Zo is de hoogte van de onrendabele top nog niet bekend. Om deze te bepalen moeten een aantal zaken duidelijk worden gemaakt: - Per buisleiding zijn er nog vraagtekens. o Voor de eerste twee buisleidingen is een koppeling met private partijen uit Trilog initiatief nodig (aansluiting met Vlaanderen en Noordrijn-Westfalen) en substantiële overheidsbijdrage (vanuit belang Basisnet spoor Brabantroute) voor afdekken onrendabele top. o Voor de afvoer van CO2 zonder koppeling met Noordrijn-Westfalen is geen volumebasis. Duitsland is nodig en dit moeten beide landelijke overheden willen. o Ook voor de waterstof buisleiding is een koppeling met Duitsland noodzakelijk. Deze aansluitingen met het buitenland zijn dus nodig

		maar zijn in de huidige berekening niet meegenomen. Hierdoor zijn de volume inschattingen onzeker en is er meer inzicht nodig om te kunnen komen tot een business case. - In de aanvraag gaan ze uit van een business case van 30 jaar terwijl de verwachte technische levensduur 40 tot 50 jaar is. Het is niet duidelijk welke invloed dit heeft op de totale business case. - Momenteel worden alle gassen per spoor vervoerd. Dit heeft hogere kosten dan vervoer per buisleiding. In de aanvraag wordt onvoldoende gekeken naar hoe de daling van deze kosten voor de private partijen ten goede kan komen aan het business model van de buisleidingen. Sowieso is het verdienmodel van de buisleidingen op dit moment onvoldoende duidelijk. - Daarbij is het onduidelijk in hoeverre er gekeken is naar een eventuele overname van bestaande buisleidingen die te kampen hebben met onderbenutting en uitfasering. Zoals bijvoorbeeld die nu gebruikt worden voor Nederlands (hoog calorische / Groningse-) aardgas. Meer gedetailleerde volume informatie en doorrekening komt naar verwachting beschikbaar in 2021 Q1.
5	Geef aan in welke mate aanvragers zijn nagegaan of marktpartijen bereid zijn tot financiering?	Scores: • onduidelijk • slecht kwaliteit Marktpartijen willen een deel van de buisleidingen financieren maar doen ook voor een gedeelte een aanvraag bij het Groeifonds. De toevoer uit buizen één wordt momenteel aangevoerd over het spoor. Als de toevoer van deze partijen in de knel komt, waarom is er dan sprake van een onrendabele top en niet gewoon marktwerking? Alleen als deze partijen zich niet kunnen committeren aan een investering omdat bijvoorbeeld door de energietransitie op termijn fossiele gassen worden uit gefaseerd, dan is er inderdaad sprake van onrendabele top. Waarbij de overheid de vraag kan stellen of zij wel voor lange termijn onzekerheid met betrekking tot de transitie deze kosten op zich wil nemen. Voor de transitieleidingen (drie en vier) kan er sprake zijn van onrendabele top, aangezien waterstof en CO2 markten nog in ontwikkeling zijn. Waarbij het juist interessant kan zijn om vroegtijdig daar in te investeren en ook kennis in te ontwikkelen die dan weer gevaloriseerd kan worden (bijvoorbeeld met een publiek-private-samenwerking).
6	Geef aan in welke mate aanvragers concreet aangeven hoe en op basis waarvan toegekende middelen uiteindelijk aan individuele bedrijven ter beschikking worden gesteld	Scores: • Procedure wordt beschreven maar zonder toets op additionaliteit Een belangrijke uitgangspunt bij marktfalen en de additionaliteitstoets is dat als de overheid andere maatregelen (mededinging, regeldruk, vergunning, etc.) kan treffen om de investering in de markt tot stand te laten komen, dit dient te worden overwogen. De vraag is of de investering door de initiatiefnemers alsnog gedaan

		wordt (met name voor de productleidingen één en twee) zodra andere maatregelen vanuit de overheid getroffen wordt zoals transportbeperking voor gassen of een verbod over spoor, water of weg vervoer. Daardoor lijkt de aanvraag meer een compensatieregeling in verband met de dreigende overschrijding over het spoor. Afweging is vooral gedaan vanuit publieke baten (MKBA), afweging vanuit de private baten (commerciële rationaal) is onvoldoende onderbouwd en gekwantificeerd.
7	Geef aan in hoeverre de Nederlandse financieringsmarkt is toegerust om aanvragers van kapitaal te voorzien	- Markt & technologie: Wat productleidingen betreft, gaat het om een bekende en bewezen markt en technologie. Er is ervaring met de verschillende dragers die via de buisleidingen getransporteerd moeten worden. Wat de transitie leidingen betreft is er minder ervaring en regelgeving. Dat zal ontwikkeld moeten worden. Er zijn in Nederland tal van buisleidingen voor chemicaliën en gassen inclusief infrabedrijven die dit doen vanuit hun core business. De Nederlandse markt is geavanceerd en volwassen inclusief regulering voor third party acces (TPA) etc. - Fase: Er zal komende jaren normen en standaarden ontwikkeld worden met betrekking tot lange afstand waterstof en CO2 transport. Wat productleidingen betreft is de vraag hoe dit past in de energietransitie en uitfasering van aardgas. - Type kapitaal: Er zijn veel voorbeelden van buisleidingen die (deels) privaat gefinancierd worden. Alle varianten zijn bekend, publiek, privaat en publiek/privaat. - Ticket size: In principe zou – gelet op het voornoemde - een dergelijk initiatief prima (deels) privaat ontwikkeld en gefinancierd kunnen worden indien er vooraf voldoende offtake gecontracteerd kan worden.
8	Op welke manier kan het additionaliteitsrisico bij deze aanvraag verkleind worden?	Er zijn veel bestaande buisleidingen netwerk die niet op maximale capaciteit benut worden en gezien de ontwikkelingen met betrekking tot de energietransitie en terugloop in fossiele brandstoffen, steeds meer capaciteit beschikbaar hebben. In de haalbaarheidsstudie is gekeken naar de raakvlakken met de nieuwe te ontwikkelen initiatieven, maar het is onduidelijk in hoeverre de huidige buisleidingen (van zowel publiek als privaat) netwerk meegenomen is. Uiteraard met de kanttekening dat het niet altijd gaat om multi-purpose leidingen die voor andere doeleinden in te zetten zijn met gevaar van contaminatie, en mismatch vraag en aanbod. Echter, de omvang van deze investering maakt een dergelijke vooronderzoek noodzakelijk. Tot slot, is het vanuit Groeifonds perspectief vrij lastig om een euro-voor-euro vergelijking te maken voor de inzet van deze middelen. Voorbeeld: Indien € 1 miljard ingezet wordt voor de warmtetransitie (ook buisleidingen en infra), is de vraag hoe de maatschappelijke baten zich tot elkaar verhouden tussen de twee alternatieven? Er vanuit gaande dat in beide gevallen de BBP effect redelijk vergelijkbaar zijn met betrekking tot aanleg en beheer. Zeker gezien het feit dat de inzet van fossiele gassen eindig zijn en warmte langere levensduur heeft (althans de duurzame variant). In dat geval is de vraag of enkel aanleg van de transitieleidingen wellicht niet interessanter is en beter aansluit op bestaande initiatieven? Waarbij de vraag resteert in verband

		met de (dreigende) overschrijding van de Basisnet Spoor-risicoplafonds op het spoornet en woningbouw. Daarmee wordt de rationaal voor de inzet van Groeifonds meervoudig met het gevaar dat het conflicteert of concurreert met bestaande overheidsuitgaven vanuit andere beleidsterreinen.

Nationaal Groeifonds

Beoordeling additionaliteitsrisico LSH aanvragen

15 februari 2021

Strikt persoonlijk en vertrouwelijk

pwc

Beoordeling additionaliteitsrisico LSH aanvragen

Inleiding

Op verzoek van de Stafdirectie Nationaal Groeifonds hebben wij kennisgenomen van de door LSH bij het Nationaal Groeifonds ingediende aanvragen Health-RI en RegMed en de door Invest-NL gedane initiële analyse van het additionaliteitsrisico van deze aanvragen. Wij hebben een beperkte beoordeling van deze stukken gedaan om input te geven voor de risico-inschatting. Deze beperkte beoordeling was in de vorm van een desk review; wij hebben de stukken niet besproken met de aanvragers, de Stafdirectie en Invest-NL en wij hebben deze niet getoetst aan de hand van externe bronnen, uitvraag in de markt, etc.

Beoordeelde documenten

- Kickstartvoorstel Life Sciences & Health ecosysteem “Investeren in Life Sciences & Health is investeren in gezondheid en verdienvermogen” d.d. 25 september 2020
- Initiële analyse “Bepaling additionaliteitsrisico aanvragen Nationaal Groeifonds” van Invest-NL, zoals aan ons toegestuurd door de heer K. van Breugel van Invest-NL op 22 januari 2021

Additionaliteitsrisico

In de initiële analyse van Invest-Nl wordt het additionaliteitsrisico als volgt gedefinieerd:

Het additionaliteitsrisico is het risico dat subsidie wordt verstrekt terwijl marktfinanciering mogelijk is. Marktfinanciering is financiering door een marktpartij op basis van een rendabele business- en financieringscase.

De initiële analyse is verricht aan de hand van de door het Nationaal Groeifonds opgestelde standaard vragenlijst/scorecard.

Health-RI

De gevraagde bijdrage bedraagt € 69m voor de periode 2021-2028. De totaal verwachte kosten in deze periode zijn € 110,1m.

Wij onderschrijven de door Invest-NL in de initiële analyse opgenomen observaties. Op basis van de in de aanvraag opgenomen informatie is het vooralsnog niet mogelijk een conclusie over het additionaliteitsrisico te trekken. Daarbij achten wij met name het volgende van belang:

- De in de aanvraag opgenomen financiële informatie is beperkt tot de begrote projectkosten en –financiering van de bouw van de geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur. De begroting is kwalitatief toegelicht; de aan de begroting ten grondslag liggende kwantitatieve veronderstellingen worden in de aanvraag niet verder uitgewerkt.
- Een business case voor het in continuïteit exploiteren van deze infrastructuur ontbreekt. Uit de aanvraag kan niet worden opgemaakt of deze business case positief is in exploitatie en of toekomstige investeringen voor het onderhouden en zo nodig verder ontwikkelen/upgraden van de infrastructuur uit verwachte opbrengsten kunnen worden gedekt. De in de aanvraag geschetste kwantitatieve bijdrage van het voorstel aan het langetermijn-verdienvermogen van Nederland is niet onderbouwd met onderliggende berekeningen en veronderstellingen.
- De aanvraag geeft er onvoldoende blijk van dat aanvragers de mogelijkheden van marktfinanciering zijn nagegaan. De afweging dat marktfinanciering niet mogelijk is, lijkt meer gedaan op basis van kwalitatieve/inhoudelijke kenmerken van het project dan op basis van financiële afwegingen.
- Overige aspecten die vanuit het perspectief van een externe financier van belang kunnen zijn voor het beoordelen van een eventuele financieringsaanvraag (niet limitatief):
    - Inhoudelijke toets van het project (technische oplossingen en haalbaarheid, projectplan/uitvoering, kwaliteit, gegevensbeveiliging, functionaliteit / aansluiting bij gebruikerseisen, etc)
    - Potentieel gebruikers (concretisering verwachte aantallen gebruikers, reeds gecommitteerd, beoogde tarifering gebruik, etc)
    - Eventuele schaalbaarheid en bredere toepasbaarheid (van de infrastructuur en/of de data), (beperkingen in) commerciële mogelijkheden, groeimogelijkheden etc

RegMedXB

De gevraagde bijdrage bedraagt € 56m voor de periode 2021-2027. De totaal verwachte kosten in deze periode zijn € 215,9m.

Wij onderschrijven de door Invest-NL in de initiële analyse opgenomen observaties. Op basis van de in de aanvraag opgenomen informatie is het vooralsnog niet mogelijk een conclusie over het additionaliteitsrisico te trekken. Daarbij achten wij met name het volgende van belang:

- De in de aanvraag opgenomen financiële informatie is beperkt tot de begrote projectkosten en –financiering van de bouw en initiële ontwikkeling van de pilotfabrieken. De begroting is kwalitatief toegelicht; de aan de begroting ten grondslag liggende kwantitatieve veronderstellingen worden in de aanvraag niet verder uitgewerkt.
- Een business case voor het in continuïteit exploiteren van de pilotfabrieken ontbreekt. Uit de aanvraag kan niet worden opgemaakt of deze business case positief is in exploitatie en of toekomstige investeringen voor het onderhouden en zo nodig verder ontwikkelen/upgraden van de fabrieken uit verwachte opbrengsten kunnen worden gedekt.
- Gezien de voortgaande ontwikkeling van regeneratieve geneeskunde en de groei van ontwikkel- en productiecapaciteit in de markt, lijkt het ons overigens niet onaannemelijk dat een positieve business case in de toekomst mogelijk is. Wij zien dat er interesse is van investeerders in vergelijkbare organisaties (CRO's, CDMO's, GMP laboratoria).
- De aanvraag geeft er onvoldoende blijk van dat aanvragers de mogelijkheden van marktfinanciering zijn nagegaan. Naast de vraag of in het beginstadium van het project mogelijk is externe financiering te verkrijgen, kan de vraag zijn of dit in een volgend stadium, als het marktpotentieel concreter wordt, er mogelijkheden zijn om waarde te realiseren en de investering terug te verdienen.
- Overige aspecten die vanuit het perspectief van een externe financier van belang kunnen zijn voor het beoordelen van een eventuele financieringsaanvraag (niet limitatief):
    - Inhoudelijke toets van het project (technische oplossingen en haalbaarheid, kwaliteit, projectplan/uitvoering, personeel, etc)
    - Potentieel exploitatie (concretisering verwachte productie en omzet, beoogde tarifering, afspraken met partners, etc)
    - Opschaling, commerciële mogelijkheden, bredere toepasbaarheid, groeimogelijkheden, mogelijke samenwerkingspartners, etc
    - Juridische vorm

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
De heer drs. W. Raab
Directeur Stafbureau Nationaal Groeifonds
Postbus 20401
2500 EK 'S-GRAVENHAGE

Laan van Nieuw Oost-Indië 300
2593 CE Den Haag
Postbus 93460
2509 AL Den Haag
www.nwo.nl

Datum 26 februari 2021
Dossiernr. 04.00.300.00
Corresp.nr. 2021/RvB/01028397

Telefoon +31 70 349 44 22
E-mail f.frederiks@nwo.nl

Onderwerp NWO adviezen groeifonds ronde 2021

Geachte heer Raab, geachte leden van de beoordelingsadviescommissie,

Namens de raad van bestuur van NWO bied ik u hierbij de NWO-adviezen aan die betrekking hebben op de vijf voorstellen in de pijler R&D en Innovatie van het Nationaal Groeifonds. Het verheugt ons dat NWO hiermee een bijdrage kan leveren aan de beoordelingsprocedure voor dit fonds, dat de potentie heeft om een belangrijke impuls te geven aan de Nederlandse kennisinfrastructuur. Alle ingediende voorstellen adresseren thema's die van groot belang zijn voor Nederland en het Nederlandse onderzoeks- en innovatieveld. In deze brief willen wij graag een aantal algemene observaties over de voorstellen delen met de beoordelingsadviescommissie. Ook schetsen we kort de wijze waarop de NWO-adviezen tot stand zijn gekomen.

De adviezen zijn opgesteld door medewerkers van NWO, in samenwerking met onze zusterorganisatie ZonMw voor het LSH Ecosysteem-voorstel. NWO en ZonMw staan als onderzoek financiers midden in het wetenschapsveld. Vanuit de Nexus-ambitie van NWO onderhouden onze medewerkers een breed netwerk van onderzoekers en kennisgebruikers in hun expertisegebied en ondersteunen zij ook de organisatie van het wetenschapsveld. In die rol zijn sommige NWO en ZonMw-medewerkers direct of indirect betrokken geweest bij de totstandkoming van enkele van de voorliggende R&D&I-voorstellen. Wij hebben er bewust voor gekozen om andere, even deskundige medewerkers te betrekken bij het opstellen van onze adviezen, teneinde de onafhankelijkheid daarvan te waarborgen. Ook willen wij er graag op wijzen dat NWO en ZonMw met geen van de consortia concrete afspraken hebben gemaakt over het uitzetten van de middelen voor wetenschappelijk onderzoek via onze organisaties, ook al wordt NWO in diverse voorstellen expliciet genoemd als potentiële uitvoerder van R&D subsidieprogramma's.

Bij het opstellen van de adviezen hebben we ons – zoals vooraf afgesproken - met name gericht op de wetenschappelijke aspecten van de voorstellen, de governance en samenhang van de kennisontwikkelingsprogramma's en op de relaties met de kennisgebruikers. Onze expertise op het vlak van de innovatie- en kennisgebruikerspraktijk betreft de vormgeving van productieve samenwerking tussen onderzoekers en kennisgebruikers bij fundamenteel en toegepast/technisch wetenschappelijk onderzoek en de financiering van de prilste stadia van innovatie (demonstratiemodellen en vroegefasefinanciering). Op dit laatste gebied overlapt onze expertise met die van de RVO. Daarom is er over alle adviezen op de raakvlakken ook afstemming geweest met RVO.

NL89 ABNA 0642 3308 24, BIC ABNANL2A | KvK Den Haag 27367015 | BTW NL.002305884.B01

Graag willen wij u de volgende algemene observaties meegeven:

1. De voorstellen, en daarmee ook onze adviezen, verschillen sterk in detailniveau van uitwerking van de wetenschappelijke onderzoeksactiviteiten. In de meeste voorstellen is het onderzoeksprogramma nog niet voldoende ver uitgewerkt om een gefundeerd oordeel te kunnen vormen over de kwaliteit daarvan. Waar mogelijk hebben we wel uitspraken gedaan over de kwaliteit van de betrokken onderzoeksgroepen, op basis van hun track record, en over de inrichting van de processen die moeten borgen dat de beste onderzoekers voor de uitvoering van het R&D-programma worden geselecteerd. We signaleren, als aandachtspunt voor de toekomst, dat er door het ontbreken van heldere, vooraf vastgestelde criteria voor de beschrijving van het R&D programma een ongewenste ongelijkheid tussen de voorstellen ontstaat in de mate waarin we onze adviezen kunnen detailleren en substantiëren.

2. In alle voorstellen is de technologische invalshoek duidelijk dominant en de verbinding met maatschappelijke partijen onderbelicht. In onze ervaring is het voor optimale impact essentieel dat sociale, juridische, ethische en andere sociaalwetenschappelijke en geesteswetenschappelijke expertise integraal onderdeel uitmaakt van het onderzoek. Het is niet voldoende om dergelijke disciplines te betrekken als de 'technische' onderzoeksresultaten eenmaal zijn behaald: het onderzoek dient vanaf de start, dat wil zeggen vanaf de articulatie van de onderzoeksvragen, integraal interdisciplinair ingestoken te zijn. Dit geldt ook voor het betrekken van maatschappelijke stakeholders bij het onderzoek.

3. Het blijkt lastig te zijn om uit de voorstellen af te leiden wat precies het commitment en de rol is van de tientallen tot honderden partijen die worden genoemd als deelnemers aan het consortium. Er wordt vaak geen helder onderscheid gemaakt tussen de partners en de stakeholders, afnemers en eindgebruikers, waardoor niet duidelijk is welke partijen concreet (welke) werkzaamheden gaan uitvoeren in het kader van het programma en welke partijen meer indirect betrokken zijn. Dit maakt het lastig om scherp te duiden wat precies de rol van de wetenschap is en of deze optimaal wordt ingezet.

4. Het laten draaien van een complexe netwerkorganisatie vraagt meer dan een goed organisatieontwerp. Voor het succes van samenwerkingsverbanden zijn vertrouwensrelaties, gemeenschappelijke belangen en een gelijk speelveld essentieel. Voor deze 'zachte' kant van de ontwikkeling van consortia en programma's is in de voorstellen nog weinig aandacht, terwijl daar grote uitdagingen liggen. Het oplijnen van partijen en het opbouwen van vertrouwen tussen professionals met een grote diversiteit aan achtergronden, belangen en verwachtingen is geen sinecure, maar wel essentieel.

5. Human capital krijgt in de meeste voorstellen veel aandacht. In de meeste gevallen gaan de voorstellen echter niet in op diversiteit in human capital. Dit aspect behoeft naar onze mening veel meer aandacht, om twee redenen: (1) als oplossingsrichting voor de schaarste aan talent, met name in de technische en bèta-wetenschappen, en (2) als kwaliteitsverhogend element in het onderzoeksprogramma, dat gebaat is bij een rijke verscheidenheid aan perspectieven.

6. Wij willen aanbevelen om voor de gehonoreerde voorstellen een gedegen proces te ontwerpen voor begeleiding, monitoring en (mid-term) evaluatie. De drie adviserende uitvoeringsorganisaties, NWO, ZonMw en RVO, hebben in het verleden grote innovatieprogramma's gecoördineerd (NanoNed, NanoNextNL, Netherlands Genomics Initiative, Energietransitie, Duurzaam Bouwen, Gebiedsontwikkeling). Monitoring en actieve sturing zijn daarbij cruciaal gebleken om te borgen dat de programma's hun doelstellingen behalen en de gewenste maatschappelijke en economische impact daadwerkelijk realiseren. Dit vergt een actieve rol van het management, die verder gaat dan alleen het verdelen van de middelen en het afleggen van verantwoording hierover aan het financierende departement.

Graag delen wij in een later stadium onze interne evaluatie van dit adviestraject en de daaruit voortvloeiende aanbevelingen om toekomstige calls in de R&D&I pijler van het Groeifonds scherper in te kaderen, teneinde een gelijk(er) speelveld te borgen en de advieskwaliteit te kunnen verbeteren.

Dossiernr. 04.00.300.00
Corresp.nr. 2021/RvB/01028397

Uiteraard zijn wij altijd bereid tot nadere toelichting op onze adviezen. Namens de raad van bestuur wil ik u hartelijk danken voor het in NWO gestelde vertrouwen.

Met vriendelijke groet,

Prof. dr. ir. M.P.C. Weijnen
lid van de raad van bestuur

Onderzoeksagenda's en NWO-instrumenten relevant voor het Groeifonds

In de NWO-adviezen en in de aanvragen wordt soms verwezen naar één van onderstaande instrumenten en agenda's. Uit het NWO-instrumentarium zijn in deze lijst alleen de instrumenten opgenomen die relevant (kunnen) zijn voor het Groeifonds.

Agenda's

Kennis- en Innovatieconvenant (KIC)

NWO draagt bij aan het missiegedreven topsectoren- en innovatiebeleid door het financieren van onderzoek in publiek-private samenwerking. De basis hiervoor is het Kennis- en Innovatieconvenant, dat inhoudelijk stoelt op zes Kennis- en Innovatieagenda's (KIA's). NWO investeert jaarlijks 100 M€ in KIC-programmering.

Nationale Wetenschapsagenda (NWA)

De Nationale Wetenschapsagenda is een aantal jaar geleden opgesteld door de Kenniscoalitie op basis van de vragen van Nederland aan de wetenschap. De agenda wordt doorsneden door 25 routes, waarin vragen binnen brede, overkoepelende thema's bij elkaar gebracht worden. Met het NWA-programma financiert NWO onderzoek gebaseerd op de Nationale Wetenschapsagenda, waarin samenwerking met maatschappelijke partijen centraal staat. NWO investeert jaarlijks 130 M€ in de NWA.

Nationale Roadmap Grootschalige Wetenschappelijke Infrastructuur

In de Nationale Roadmap Grootschalige Wetenschappelijke Infrastructuur (GWI) zijn GWI-plannen opgenomen die van belang worden geacht voor wetenschappelijke doorbraken in alle wetenschapsvelden. De roadmap wordt elke vier jaar opgesteld door een commissie in opdracht van het ministerie van OCW. De huidige Roadmap omvat in totaal 33 faciliteiten.

NWO-instrumenten (op alfabetische volgorde)

DCC-call (Lokale Digitale Competentie Centra)

Dit financieringsinstrument uit 2020 betrof een éénmalige impulsfinanciering voor het opzetten of verder ontwikkelen van een lokaal gevestigd digitaal competentie centrum (DCC). Onderzoeksinstellingen hadden de mogelijkheid om middelen aan te vragen om een bestaand gecentraliseerd DCC verder te ontwikkelen, of een DCC op centraal niveau binnen de instelling op te zetten. In een DCC komen expertise rond hardware, software en data bij elkaar.

Demonstrator

Demonstrator biedt financiering aan onderzoekers van Nederlandse kennisinstellingen om kennis verder te ontwikkelen tot een product of dienst op het niveau van een 'Minimal Viable Product' (een demonstratiemodel). Dit demonstratiemodel kan dan door middel van demonstraties aan derde (commerciële) partijen worden gepresenteerd om overgedragen te worden. Per project kan maximaal 160 k€ worden aangevraagd.

Grootschalige Wetenschappelijke Infrastructuur (GWI)

Alleen voorgestelde onderzoeksfaciliteiten met een plaats op de Nationale Roadmap GWI kunnen financiering aanvragen via een tweejaarlijkse call met een budget van 80 M€. De GWI-voorstellen hebben een looptijd van 10 jaar, een minimale NWO-bijdrage van 10 M€ (gemiddelde NWO-bijdrage ca. 15 M€) en een verplichte eigen bijdrage van 25%.

KIC – Lange Termijn Programma's

Dit instrument is gericht op grote, strategische publiek-private samenwerkingen met een looptijd van 10 jaar en een totaal budget van 30 – 100 M€. NWO draagt 30% van dit budget bij en private partijen ook minimaal 30%. De overige financiering wordt opgebracht door de deelnemende kennisinstellingen en overige financiers (bijvoorbeeld publieke partijen).

KIC - Partnerschappen

Via de KIC-partnerschappen wordt jaarlijks een aantal onderzoeksvraagstukken van externe private en/of publieke partners uitgewerkt. De partner levert de helft van het budget. Partnerschappen hebben een omvang van 3 – 10 M€ en een looptijd van maximaal 6 jaar.

KIC - Thematische calls

Jaarlijke ontwikkelt NWO een aantal thematische calls gebaseerd op de zes KIA's van het missiegedreven innovatiebeleid. 10-30% cofinanciering door private en/of publieke partijen is hierbij verplicht. Projecten hebben een budget van 750 k€ - 4 M€ en een looptijd van maximaal 6 jaar.

NWA - Onderzoek op Routes door Consortia (ORC)

Binnen dit instrument worden projecten gefinancierd die qua thematiek binnen de NWA passen. Projecten hebben een maximale omvang van 10 M€ en een maximale looptijd van 8 jaar.

NWA - Thematische calls

Binnen het NWA-programma ontwikkelt NWO jaarlijks een aantal thematische calls in samenwerking met vakdepartementen. De departementen dragen de onderzoeksvragen aan en leveren de helft van het budget. Projecten hebben een budget van 1 – 3 M€ en een looptijd van 4-6 jaar.

Perspectief

Het doel van Perspectief is een bijdrage leveren aan het creëren van economische kansen binnen de sleuteltechnologieën en de maatschappelijke thema's van het missiegedreven innovatiebeleid. Wetenschappers, bedrijven en maatschappelijke organisaties kunnen via consortia een omvangrijk onderzoeksprogramma rondom nieuwe technologie uitvoeren. NWO draagt maximaal 4 M€ bij per project en minimaal 30% cofinanciering is verplicht. De looptijd van projecten is maximaal 6 jaar.

Take-off

Take-off stimuleert bedrijvigheid en ondernemerschap vanuit de Nederlandse kennisinstellingen. Ondernemers uit Nederlandse kennisinstellingen kunnen daarmee hun innovatieve onderzoeksresultaten naar de markt brengen. Take-off financiert haalbaarheidsstudies van 20 k€ - 40 k€ en biedt vroegefasefinanciering in de vorm van een lening van 50 k€ - 250 k€.

Thematische tech transfer (TTT-) regeling

De regeling TTT rust op 2 pijlers. Het doel van pijler 1 is dat onderzoeksorganisaties hun krachten bundelen voor een thematische inzet op kennisoverdracht. Aanvragen in deze pijler hebben een maximaal budget van 2,5 M€. Het doel van pijler 2 is de beschikbaarheid van risicofinanciering voor kennisstarters te vergroten, door onafhankelijke particuliere investeerders te stimuleren via een TTT-fonds te investeren in kennisstarters in hun

vroegste ontwikkelingsfase. In deze pijler kunnen aanvragen worden gedaan voor een lening van maximaal 5,5 M€. RVO en NWO voeren deze regeling gezamenlijk uit.

Zwaartekracht

Zwaartekracht is bestemd voor consortia van wetenschappers die binnen hun vakgebied vernieuwend en invloedrijk wetenschappelijk onderzoek verrichten. Doel is om onderzoeksprogramma's te stimuleren tot doorbraken van internationaal niveau. Projecten hebben een budget van gemiddeld 20 miljoen euro en een looptijd van 10 jaar.

Advies over het voorstel AiNed

Hoofdstuk 1: Algeheel oordeel

Samenvatting

AiNed bouwt een nationaal AI-innovatie ecosysteem op. Dit ecosysteem wordt in samenhang en binnen een regelgevend raamwerk ontwikkeld. AiNed is nauw verbonden met de Nederlandse AI coalitie (NL AIC) waarin meer dan 400 publieke en private organisaties deelnemen, waaronder Nederlandse universiteiten, hogescholen en TO2-instituten. Het programma is gericht op versterking van de Nederlandse AI-kennispositie met als om doel om bij te dragen aan de ontwikkeling van de welvaart en het welzijn in Nederland. Deze missie is vertaald in vijf knelpunten *(*innovatie, kennisbasis, arbeidsmarkt, maatschappij en data-delen*)* en drie programmadoelstellingen:

1. Vergroten van het aantal bedrijven dat AI toepast en van de omvang van de investeringen in de ontwikkeling en toepassing van AI;
2. Stimuleren van economische groei in Nederland door toepassing van AI;
3. Ontwerpen van mensgerichte AI die bijdraagt aan positieve maatschappelijke effecten, betrouwbare systemen*,* een veilige samenleving en het vestigen van een autonome positie van Nederland in kritische AI-kennis en -toepassingen.

De keuzes voor de knelpunten en programmadoelstellingen zijn gemotiveerd in de aanvraag en gebaseerd op de sterktes en zwaktes die de AI-readiness-analyse van McKinsey benoemt. AiNed is opgebouwd uit een samenhangende mix van instrumenten die gekoppeld zijn aan deze overkoepelende knelpunten en programmadoelstellingen. In de mix komen onderzoek, innovatie, valorisatie en onderwijs samen. De nationale onderzoeksagenda AIREA-NL wordt ingezet als wetenschappelijk kader voor het programma. Wat onderzoek en innovatie betreft, ligt het zwaartepunt van het programma bij de ontwikkeling van AI-technologie met oog voor de economische en maatschappelijke aspecten.

Sterke punten en kansen

- Het programma benut en stimuleert de sterke kennispositie die Nederland op dit ogenblik heeft op het gebied van AI-onderzoek en –innovatie;
- Het programma draagt in belangrijke mate bij aan een oplossing voor het grote en groeiende gebrek aan AI-talent in Nederland;
- In het programma zijn instrumenten opgenomen voor het includeren van onderzoek naar de economische en maatschappelijke impact bij de ontwikkeling en het gebruik van AI-technologie, zoals ELSA-labs.
- Het programma is gebaseerd op strategische bouwstenen en allianties die de laatste jaren zijn ontwikkeld.
- Het programma sluit aan op de Europese AI-strategie en is goed verankerd in de belangrijkste Europese AI onderzoeks- en innovatienetwerken;
- De deelnemers van de NL AIC dekken het werkveld grotendeels af. Zowel de omvang als de diversiteit van het netwerk van de NL AIC is groot. Alle belangrijke spelers zijn al aan boord en nieuwe spelers krijgen de kans om in te stappen;
- In het werkveld is commitment voor dit programma, gezien de hoogte van de beoogde private en publieke cofinanciering en het aantal projecten dat al in voorbereiding is;

- Het is een open programma. De instrumenten staan open voor iedereen die zich kwalificeert in de competitie. Deelname aan de NL AIC is geen voorwaarde voor deelname aan calls;
- In het beoogde AI innovatie-ecosysteem komen onderzoek, valorisatie en onderwijs samen. Deze integrale ecosysteem aanpak past goed bij AI als dwarsdoorsnijdend onderzoeksgebied;
- Het programma streeft naar integratie van het ecosysteem in de bestaande infrastructuur. De aanpak is geënt op het benutten van bestaande organisaties, instrumenten en procedures. Het hubs-en-spaken model verbindt bestaande en opkomende netwerken en kernen. Voor de uitrol van onderzoeksfinancieringsinstrumenten met groeifondsmiddelen wordt een rol voor NWO en RVO voorzien;
- Er is aandacht en budget voor kennisdisseminatie, productieve interacties en match-making tussen de deelnemers aan het programma.
- De flexibele opzet in drie fasen biedt ruimte voor leren, ervaren en bijsturen gedurende de uitrol van het programma.

Aandachtspunten en bedreigingen

- In de aanvraag staat een pleidooi voor een belangrijke mate van bevoegdheid en verantwoordelijkheid voor de governancestructuur van AiNed. Integraliteit is daarvoor een belangrijk argument. Er ontbreekt echter een beschrijving over het verwerven van draagvlak voor de beoogde governance van zowel het centrale regieorgaan als de hubs en spaken binnen de bestaande infrastructuur. Draagvlak hiervoor in het werkveld is belangrijk voor het functioneren van het ecosysteem. Vrijheid en onafhankelijkheid van wetenschappelijk onderzoek zijn hierbij belangrijke randvoorwaarden.
- Feitelijk bouwt het programma een netwerkorganisatie. Het succes van een netwerkorganisatie wordt in hoofdzaak bepaald door 1) heldere gezamenlijke doelen, 2) een duidelijke organisatiestructuur en 3) inclusiviteit en vertrouwen in elkaar. Vooral de laatste twee punten vragen om nadere articulatie in het programma.
- De aandacht voor de interdisciplinaire aspecten van AI-onderzoek en -innovatie is één van de sterke punten van dit voorstel maar vraagt in de uitwerking nog de nodige zorg. Interdisciplinaire vraagarticulatie waarin de maatschappelijke en economische aspecten van meet af aan zijn meegenomen, lijkt nog niet in alle programmaonderdelen te zijn geborgd. Om de programmadoelstellingen te behalen, zouden alfa-, bèta- en gamma-onderzoekers in alle onderdelen van het programma samen moeten werken. Ook in ELSA-labs zouden alle maatschappelijke en economische aspecten moeten worden meegenomen en niet alleen de ethische, juridische en sociale aspecten.
- De NL AIC heeft een groot aantal deelnemers met een grote diversiteit aan soorten bijdragen, belangen en behoeftes. Er lijkt vooral veel commitment voor het programma te zijn bij grote investeerders en bedrijven die de weg naar onderzoek en innovatie al goed weten te vinden. Beide aspecten zijn reden om alert te zijn op dominantie van bepaalde spelers tijdens de uitrol van het programma. De vrijheid en onafhankelijkheid van wetenschappelijk onderzoek kan in het gedrang komen als er een disbalans ontstaat tussen de belangen van (grote) private en publieke financiers en onderzoekers.

Conclusie

AiNed is in verschillende opzichten een veelbelovend, goed doordacht en belangrijk programma. Door de sterke AI-kennisbasis in Nederland staat het programma niet op zichzelf maar is het ingebed in een divers en omvangrijk publiek-privaat netwerk met een solide strategische basis. De brede en geïntegreerde systeemaanpak past goed in het Nederlandse wetenschapslandschap. Het is belangrijk dat nadere uitwerking wordt gegeven aan de governance, de organisatiestructuur en de interdisciplinariteit van het onderzoeksprogramma.

Hoofdstuk 2: Analyse

a) Onderzoeksactiviteiten en positionering van het voorstel in het wetenschapsveld

Nederlandse positie en landschap

AI is sinds het begin van de jaren '70 uitgegroeid van een ICT- naar een breed multidisciplinair onderzoeksgebied. Zoals in de aanvraag is toegelicht, heeft Nederland vanaf het begin een sterke kennispositie ingenomen in AI. Het Strategisch Actieplan AI van de departementen (SAPAI), de McKinsey-analyse, de actie-agenda van de NL AIC en het EC witboek AI onderstrepen het steeds groter wordende belang van dit onderzoeksgebied voor welvaart en welzijn. AI wordt ook binnen de NWA en het KIC onderkend als belangrijk en snelgroeiend onderzoeksgebied. Het is een sleuteltechnologie die in verschillende missies en NWA-routes steeds vaker terugkomt als *enabler*. Het aantal AI-onderzoeksprojecten en NWO-subsidies liepen de afgelopen jaren snel op. Er zijn in 2019 door NWO 4x meer AI-projecten toegekend dan in 2016 en de toegekende subsidie is met een factor 10 toegenomen in die periode. Bijna de helft van deze AI-onderzoeksprojecten gaan over *machine learning* en een kwart over *deep learning*. Wat de internationale positionering betreft, sluit de keuze voor *Humane AI* in het programma aan op de Europese strategische focus. De Nederlandse wetenschap en het programma zijn beide goed aangesloten op de belangrijkste Europese kennisnetwerken, zoals CLAIRE, VISION en ELLIS (H2020-EU ICT 48 CSA). Het hoofkantoor van CLAIRE en het gelieerde VISION zijn in Nederland. Ook bij ELLIS is Nederland goed aangehaakt, zowel in de governance als operationeel.

Het programma is afgestemd op de lopende en komende programmering van het KIC en de NWA en op Europese financieringsmogelijkheden. De financiering van AI-onderzoek heeft in 2020 een impuls gekregen door een kickstartbudget van EZK van 23,5 miljoen euro voor activiteiten van de NL AIC en daarmee voor de voorbereiding van deze Groeifondsaanvraag. Een deel van deze middelen zal naar verwachting ingezet worden voor NWO KIC-subsidieaanvragen en voor een thematisch NWA-programma[1]. In de eerste ronde voor de KIC Lange Termijn Programma's zijn drie AI-initiatieven aangemeld: 1) *Trustworthy AI-based Systems for Sustainable Growth*, 2) *AI driven Personalized Risk Assessment and Lifestyle Advice in Metabolic Syndrome* en 3) *Ethical AI*. Er zijn in de voorliggende periode in het veld een aantal nationale en regionale AI-samenwerkingsverbanden tot stand gebracht waarmee het programma gelieerd is. Het *Innovation Center for AI* (ICAI) heeft sinds de start in 2018 meer dan 20 innovatielabs opgezet. In 2019 is het Zwaartekrachtvoorstel *Hybrid Intelligence* (19 miljoen euro) van start gegaan en in 2020 heeft NWO zes aanvragen toegekend in de multidisciplinaire call Kunstmatige Intelligentie Verantwoorde Inzet (totaal 2,3 miljoen euro).

Onderzoeksactiviteiten

Het voorstel voorziet in een groot aantal verschillende instrumenten gecombineerd met de implementatie van een overkoepelend netwerk van hubs en spaken. Dit zijn bestaande kernen die worden versterkt en verbonden. De hele waardeketen is afgedekt en verbonden door de mix aan instrumenten en de hubs en spaken. AiNed kiest daarmee voor een geïntegreerde programmatische aanpak waarin bestaande instrumenten waar nodig worden aangevuld met additionele instrumenten. In de aanvraag worden voor de instrumenten verbindingen gelegd met relevante werkgroepen, platforms en organisaties, zoals de NL AIC werkgroepen, de Digitale Samenlevingsagenda en ICAI. Zowel de fieldlabsbenadering van de ICAI en ELSA-labs als de infrastructuur waarin deze labs zijn verbonden, zijn nuttig voor de ontwikkeling, toepassing en impact van AI. De aanpak is gericht op samenhang en versterking.

Het wetenschappelijk zwaartepunt van het programma ligt op technologieontwikkeling en meer specifiek op AI-software, waar Nederland een sterke kennispositie in heeft. Dit AiNed programma pakt de knelpunten aan in een lerende en integrale systeemaanpak. Het programma behelst samenhangend onderzoek, innovatie,

[1] Zie voor uitleg over de genoemde NWO-instrumenten het document 'Onderzoeksagenda's en NWO-instrumenten relevant voor het Groeifonds'.

valorisatie en onderwijs voor nieuwe AI-technologie en verantwoorde toepassing. De focus ligt allereerst op versnelde toepassing van AI in de sectoren hightech industrie, mobiliteit en logistiek, energie, en gezondheid en zorg. De onderzoeksprogrammering is opgehangen aan de nationale onderzoeksagenda AIREA-NL. Deze agenda vormt het inhoudelijk wetenschappelijk kader voor het programma en werd in 2019 op initiatief van NWO opgesteld door een multidisciplinaire wetenschappelijke expertgroep. Het AI-onderzoeksveld was dermate verbreed en gegroeid in belang dat de ontwikkeling van een objectieve en breed gedragen onderzoeksagenda nodig was om een goed beeld te vormen van wat AI-onderzoek momenteel behelst in Nederland. De agenda dient als wetenschappelijk kompas voor zowel de NL AIC als voor het kabinetsbeleid voor onderzoek naar de ontwikkeling van AI-technologie. De agenda kent 4 hoofdlijnen: 1) creëren van AI-componenten, 2) creëren van AI systemen, 3) AI systemen en mensen en 4) AI systemen en de maatschappij.

Om de beoogde maatschappelijke en economische impact te bereiken zoals die is verwoord in de drie programmadoelstellingen, is interdisciplinaire samenwerking[2] nodig. Interdisciplinaire samenwerking gaat uit van een integrale benadering waarbij alfa-, bèta- en gamma-onderzoekers samenwerken en een vraagstuk in samenhang benaderen. Het generieke karakter en de brede toepasbaarheid van AI en de grote omvang en diversiteit van het NL AIC netwerk, binnen en buiten de wetenschappelijke gemeenschap, biedt kansen voor interdisciplinaire samenwerking met een grote verscheidenheid aan onderzoekslijnen en -disciplines. Ook de hardware kant van AI is zou hierin niet mogen ontbreken. Onderzoeksvragen in dit programma zouden op een interdisciplinair manier geadresseerd moeten worden in samenhang met de vraagstukken die zijn opgenomen in de AIREA-NL agenda. De effectiviteit van AI hangt namelijk sterk af van het gebruik ervan en van het vertrouwen dat mensen erin hebben. AI en digitale technieken zijn bovendien niet waardenneutraal. Sociale ongelijkheid kan bijvoorbeeld onbedoeld worden versterkt door gebruik van AI. De impact op democratische principes en grondwettelijke rechten zou daarom al in het ontwerpstadium aan de orde moeten komen, zoals in de '*privacy by design'* benadering gebeurt. Een inclusieve aanpak is essentieel. Alleen wanneer technologische en sociale innovatie hand in hand gaan, ontstaan succesvolle innovaties.

Het programma heeft een heldere ambitie op het gebied van economische en maatschappelijke impact maar het is nog niet goed op te maken hoe de benodigde interdisciplinaire samenwerking in het programma daadwerkelijk succesvol tot stand wordt gebracht. Een verdere uitwerking hiervan ten aanzien van de governance, instrumenten, projecten en labs zou het programma verder versterken. Hierbij zijn een aantal aandachtspunten te benoemen:

- De borging van de kennisontwikkeling over de maatschappelijke en economische aspecten door het hele programma heen is nog onduidelijk. Dit kan bijvoorbeeld door prioritering van wetenschappelijke speerpunten of specifieke onderzoekslijnen en -disciplines aan te geven en door zichtbare integratie van de interdisciplinaire benadering in alle programmaonderdelen, besturen en commissies.
- De ELSA-labs kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het bereiken van de programmadoelstellingen als de focus verbreed wordt naar alle economische en maatschappelijke aspecten en niet beperkt blijven tot de ethische, juridische en sociale aspecten.
- Het zou helpen als het duidelijker zou zijn hoe productieve interacties tot stand kunnen komen tussen de ELSA-labs en de verschillende typen deelnemers uit de kennisketen en als de relatie tussen de ICAI- en ELSA-labs in brede zin meer uitgewerkt wordt.

Er is een inhoudelijke overlap met het Foodswitch en met het Health-RI Groeifondsvoorstel. De beschrijving over landbouw en voeding in de AiNed-aanvraag sluit goed aan bij de ideeën hierover van de groene topsectoren en komt globaal overeen met de voorstellen die in het FoodSwitch voorstel zijn opgenomen over AI. Het Health-RI voorstel beoogt een nationale aanpak (met internationale aansluiting) te zijn op de data-

[2] Onder interdisciplinaire samenwerking verstaat NWO onderzoek waarin kennis en expertise uit verschillende wetenschapsgebieden gebieden van meet af aan geïntegreerd worden om samen problemen op te lossen en verschijnselen te verklaren en waarvoor de kennis uit een monodiscipline tekort schiet.

infrastructuur voor wetenschappelijk onderzoek (en innovatie). Hier is een link met het data-delen knelpunt in de AiNed-aanvraag. Het valt op dat er geen hub of spaak is voorzien in de AiNed aanvraag voor het knelpunt data-delen. AI vraagt om een stevige inbedding in de data-infrastructuur en de onderliggende nationale afsprakenstelsels in de verschillende toepassingsdomeinen. Zonder (toegang tot) data kan men de ambitie en beoogde programmadoelstellingen in de aanvraag moeilijk realiseren. Er is o.a. in het gezondheidsdomein behoefte aan een maatschappelijke grondslag en zorgvuldig kader over hoe wij als samenleving met elkaar vinden dat AI om mag gaan met data. In dat kader is er behoefte aan regionale datahubs waarop, waarlangs en waarmee datagedreven innovatie met de menselijke maat wordt gestimuleerd. Deze datahubs zouden belangrijke bouwstenen kunnen zijn van het beoogde AI-ecosysteem in de AiNed-aanvraag.

Impact op het onderzoeksveld

De invloed van het programma zal bij de voorgestelde omvang van grote betekenis zijn voor de ontwikkeling van het AI onderzoeks- en innovatieveld in Nederland. In de aanvraag zijn de programmadoelstellingen, infrastructuur, instrumenten, KPI's en kwaliteitscriteria benoemd. Er zou nog gedacht kunnen worden aan additionele KPI's op het gebied van FAIR data. In het voorstel is op hoofdlijnen goed nagedacht over de borging van de wetenschappelijke kwaliteit en het uitvoeren van calls. De KPI's en de criteria zijn evenwel niet goed te beoordelen omdat de motivering voor de gemaakte keuzes ontbreekt in de aanvraag.

Dit programma kan hofleverancier worden van AI-talent. De behoefte aan hoogopgeleide AI-onderzoekers en professionals met AI-kennis is al groot en zal blijven groeien. Gebrek aan talent is een van de belangrijkste knelpunten bij de ontwikkeling en implementatie van AI in Nederland. Het programma zet in op nieuwe wetenschappelijke AI-posities bij universiteiten en hogescholen en de ontwikkeling van een AI-curriculum in het hoger onderwijs, een breed curriculum voor alle studenten en een specialistisch curriculum voor toekomstige AI-experts. De genoemde aantallen zijn groot, maar gezien de deelname van het aantal kennisinstellingen niet onrealistisch. Er zijn bovendien nieuwe AI-vakgroepen ingericht en hoogleraren benoemd in de afgelopen jaren. 120 nieuwe wetenschappelijke AI-posities bij de kennisinstellingen lijkt zelfs nog een bescheiden streefgetal, gezien de grote behoefte die er nu al is aan AI-experts. De verwachting is dat het onderzoeksveld de voorgestelde aantallen nieuwe onderzoeksposities kan absorberen. Er is voor een deel van de onderzoekers (PhD, post-docs en mid career onderzoekers) een risico dat ze tijdens het onderzoek vastlopen door onvoldoende beschikbare capaciteit bij de universiteiten aan begeleiding en faciliteiten. Dat risico dienst zich vooral in de beginfase van het programma aan en is een logisch gevolg van een financiële impuls van deze omvang. Dit risico kan door de programmatische aanpak ondervangen worden.

AI talent is schaars en gewild. Dat brengt het risico met zich mee dat er niet voldoende gekwalificeerde onderzoekers te vinden zijn voor de wetenschappelijke posities in het programma. De onderzoekers moeten namelijk niet alleen over de juiste AI-expertise beschikken, maar ook de ambitie hebben om in de wetenschap te werken en een voldoende goed begrip hebben van de Nederlandse context. Om excellente onderzoekers aan te trekken en te behouden, is een goed wetenschapsklimaat met voldoende ontwikkel- en doorgroeimogelijkheden noodzakelijk. Dit vraagt om creativiteit en aandacht voor de werving en behoud van talent. Het is bijvoorbeeld de vraag of de mid career onderzoekers (vidi's) behouden blijven voor het kennisecosysteem in Nederland, en niet later in hun loopbaan aantrekkelijke kansen grijpen in het buitenland. Het vergroten van het aandeel vrouwelijk talent wordt in de McKinsey-analyse aangedragen als een van de oplossingen voor het gebrek aan AI-talent. Hier is weinig mee gedaan in de aanvraag, terwijl de man/vrouw-ratio in ICT-onderzoek in Nederland nog schever is dan in veel andere landen en daarmee de potentiële aanwas dus juist groter. In de aanvraag zijn weinig specifieke activiteiten opgenomen om meer vrouwelijk talent aan te trekken en op te leiden. Er is alleen een oplopend streefpercentage voor vrouwelijk leiderschap in AiNed projectteams als KPI opgenomen. Het is niet duidelijk welke interventies zullen worden ingezet om die beoogde stijging te realiseren.

Voor het onderzoeksveld en de kwaliteit van (interdisciplinair) wetenschappelijk onderzoek is het belangrijk om naast de wetenschappelijke kwaliteit ook de onafhankelijkheid en vrijheid van onderzoek en het creëren

en bewaken van een gelijk speelveld voor de verschillende betrokkenen goed in de gaten te houden. De aanvragers onderschrijven in hun antwoord op vragen van NWO: "*Het gaat AiNed om een gebalanceerde representatie van stakeholders in projecten voor integraal succes, waarbij de getalsmatige of financiële balans van grootbedrijf, mkb en maatschappelijke organisaties, innovatieve bedrijven en innovatievolgers een resultante is, niet een doel op zich".* Door de openheid van het programma is het echter niet op voorhand duidelijk welke partijen in welke projecten gehonoreerd zullen worden en dat maakt bijsturen ingewikkeld. De investerings-bereidheid en -capaciteit van (potentiële) private en publieke co-financiers zullen in de praktijk sterk uiteenlopen. De beoogde publiek-private cofinanciering voor de ELSA-labs (40%) en het AI Talentprogramma (30%) in de eerste fase van het programma is hoog. Deze matchingseis heeft invloed op het aantal en op het soort aanvragen dat ingediend zal worden. Junior onderzoekers die minder bedreven zijn in acquisitie of nog niet over het juiste netwerk beschikken, zullen in het nadeel zijn. Ook voor aanvragen uit het maatschappelijke domein kan de matchingseis een te hoge drempel zijn. Hierdoor ontstaat er een risico dat de focus van het onderzoek te sterk wordt beïnvloed door de grote investeerders en dat niet alle belangrijke onderzoeksvragen en niet al het talent voldoende aan bod komen.

De investering van het Groeifonds compenseert dit effect deels. De bewaking van deze balans vraagt om afdoende monitoring en sturing op alle niveaus in het programma.

b) Positionering van het voorstel in het kennisgebruikersveld

Gebruikers

De AiNed-aanvraag is geschreven door de Nederlandse AI-coalitie, waar ruim 400 deelnemers contributie aan betalen en actief aan deelnemen. Dit is een groot en divers netwerk en de begrote private en publieke cofinanciering is aanzienlijk. De grote Nederlandse hightech bedrijven en financiële dienstverleners die betrokken zijn, hebben een goede kennispositie en zijn bereid te investeren. Het netwerk van de deelnemers en de (additionele) partners in de projecten in voorbereiding is zeer divers: publieke partijen (gemeenten, publieke instellingen en vakdepartementen), private partijen (grote partijen uit de hightech sector en de financiële sector, maar ook veel mkb), naast een aanzienlijk aantal kennisinstellingen (universiteiten, hogescholen en TO2-instituten). Daarnaast is er de ambitie om meer partijen voor te lichten en te betrekken (zie KPI's). Dit lijkt realistisch gezien de grote potentie en brede toepasbaarheid van AI. De diversiteit aan partners biedt aanknopingspunten voor nieuwe dwarsverbanden en *out-of-the-box* innovatie. De aanvraag kan logischerwijs nog weinig detailinzicht geven in de aard en omvang van de bijdragen van de verschillende soorten partijen en in hoeverre het om innovatieve bedrijven en innovatievolgers gaat. Door de aantallen die genoemd worden in de KPI's is af te leiden dat het de ambitie is om beide te betrekken.

Impact op het kennisgebruikersveld

De analyse van McKinsey toont economische potentie voor Nederland op het gebied van AI. De AiNed-aanvraag zet in op de kansen in Nederland voor een versterking van de internationale kennispositie op het gebied van AI, met positieve gevolgen voor de welvaart en het welzijn in Nederland. De startpositie van AiNed is met het grote aantal deelnemers sterk en bijlage B bevestigt de prioritering voor industrie, mobiliteit en logistiek, energie, en gezondheid en zorg als belangrijke toepassingsdomeinen. Het is goed om te zien dat er ook voor belangrijke domeinen als landbouw, water en voedsel; vrede, veiligheid en recht initiatieven in ontwikkeling zijn en dat het programma ook ruimte biedt voor deze en mogelijk in de toekomst additionele toepassingsdomeinen. AI-ontwikkeling gaat snel en het is verstandig om het vizier open te houden ten aanzien van de kansen die zich aandienen in de toekomst. Het voorstel voorziet in de behoefte van het bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties aan excellent AI-onderzoek en -onderzoekers. De hightech industrie, inclusief ICT-bedrijven, heeft voldoende capaciteit om de kennis van het voorgestelde onderzoek tot innovatieve toepassingen te brengen. Er zijn 75.000 ICT-bedrijven in Nederland, waarvan 5.400 ICT-groothandelsbedrijven en 945 bedrijven in de ICT-industrie. Het is bekend dat de grote hightech bedrijven hun ecosysteem van (mkb-)toeleveranciers zelf ook al meenemen in hun vernieuwing en innovatie. Het competitieve voordeel voor bedrijven die AI inzetten is groeiend in Nederland en zal steeds significanter worden. Of het voorstel aansluit

bij een *competitive edge* van het Nederlandse bedrijfsleven is moeilijk vast te stellen op basis van de informatie in de aanvraag.

c) Programmatische samenhang van het voorstel

Governance programma

Alhoewel het AiNed-programma en de NL AIC nauw met elkaar verbonden zijn, wordt de besturing van AiNed buiten de NL AIC belegd. Het strategieteam en de programmadirectie van de NL AIC hebben belangrijke rollen bij het bepalen van de strategische richting en de operationele uitrol van het programma. De besturing van het programma zal bij een stichtingsbestuur of bij een regiegroep worden ondergebracht. Hier was op het moment van indiening nog geen keuze over gemaakt. Een notitie over de governance is ontwikkeling door de aanvragers. Bij de twee in de aanvraag voorgestelde governancevormen is sprake van een op zichzelf staand bestuursorgaan met uitgebreide programmerings-, beoordelings- en ontwikkelingsdoelstellingen, gekoppeld aan een netwerk van hubs en spaken. De organisatie staat als een paraplu over de AI-onderzoeks- en innovatie-activiteiten in Nederland heen. Het grootste deel van de uitvoering van het programma ligt bij gespecialiseerde organisaties, zoals NWO en RVO en bij bestaande en opkomende AI-hubs en -spaken. Binnen het hubs en spaken-model krijgen de partijen de kans om te doen waar ze in excelleren en kunnen er op een makkelijke manier *top-down* en *bottom-up* nuttige verbindingen worden gelegd en kennis worden gedeeld. Zo wordt een voedingsbodem voor een dynamisch en vruchtbaar AI innovatie-ecosysteem gelegd waar onderzoek, innovatie, kennisbenutting en valorisatie goed in kunnen gedijen. Deze integrale netwerkaanpak past goed bij een dwarsdoorsnijdend thema dat door alle TRL-niveaus loopt en op alle economische sectoren en maatschappelijke domeinen betrekking heeft. Met het bouwen van dergelijke publiek-private ecosystemen is inmiddels positieve ervaring opgebouwd binnen ICT-onderzoek, zoals Smart Industry en Freeband. Met deze netwerkaanpak zet het voorstel in op de sterktes van de Nederlandse manier van samenwerken.

Op basis van de informatie in de aanvraag, zijn er echter ook een aantal kanttekeningen te plaatsen bij het voorgestelde organisatiemodel. Mogelijk zijn onderstaande punten geadresseerd in de additionele notitie.

- Transparantie over de samenstelling, aansturing en monitoring van de gehele governancestructuur is belangrijk voor het functioneren, maar in de aanvraag op bepaalde fronten nog niet helemaal uitgewerkt. De precieze taak- en rolverdeling tussen het regieorgaan, het NL AIC strategieteam, de NL AIC programmadirectie, de gedelegeerde overheidsorganisatie, de ELSA-board en hubs en spaken is nog niet helder. In de beschrijving van de Regiegroep-optie staat dat het orgaan de bevoegdheid krijgt om een bindend advies te geven aan OCW en EZK over het aanwijzen van leden van beoordelings- en programmacommissies bij call-gebaseerde instrumenten. Ook zijn er concrete beoordelingscriteria voor de instrumenten opgenomen in de aanvraag. Dit zijn vergaande bevoegdheden met betrekking tot sturing en inhoud. Dat is voor NWO een ongebruikelijke manier van werken. Hier zijn nog geen afspraken over gemaakt tussen AiNed en NWO.
- Ook zien wij draagvlak binnen de bestaande onderzoeksinfrastructuur[3] voor de governance van zowel de hubs en spaken als het centrale regieorgaan als een aandachtspunt. De aanvraag roept een beeld op van een nieuwe infrastructuur met een belangrijke mate van bevoegdheid en verantwoordelijkheid dat over de bestaande structuur heen wordt gelegd, terwijl in de aanvraag gestreefd wordt naar een geïntegreerd innovatie-ecosysteem. Integratie lukt alleen als het omringende veld goed is meegenomen en meewerkt. De weg naar acceptatie van de governancestructuur zal daarom goed uitgewerkt moeten worden.
- De manier waarop de expertise over alle AI-aspecten wordt afgedekt in het centrale regieorgaan ontbreekt nog in de aanvraag. Voor de beoogde economische en maatschappelijke impact is het logisch om de

[3] Met bestaande onderzoeksinfrastructuur bedoelt NWO het netwerk van onderzoeksorganisaties, hogescholen, TO2-instituten en publieke onderzoeksfinanciers zoals NWO en RVO.

expertise over alle AI-aspecten te borgen in het centrale regieorgaan, dus ook over de maatschappelijke en economische aspecten, met inbegrip van de ethische, juridische en sociaalwetenschappelijke aspecten.
- De motivatie voor de installatie van een aparte ELSA-board is niet goed op te maken uit de aanvraag. Een argument voor de ELSA-board kan zijn dat de ELSA-labs infrastructuur nog opgebouwd moet worden en daardoor nog relatief veel begeleiding en sturing vraagt. Er is niet, zoals voor de ICAI-labs, al een bestaande organisatie die dit onder haar hoede kan nemen. Het valt op dat er geen middelen begroot zijn voor de ELSA-board voor het fungeren als praktische kennisbron en het consolideren en toegankelijk maken van de resultaten van de ELSA-labs.

Samenhang programmaonderdelen

De matrix-opzet van de AI-coalitie is herkenbaar in de structuur van AiNed. Daar wordt in het voorstel een derde as aan toegevoegd met de verschillende soorten projecten, die verschillende doorsnedes door de kennisgebruikersgroep mogelijk maken. De beoogde variatie in projecten en consortia past bij de breedte van de AI-uitdagingen. Het hubs-en-spaken netwerk zorgt voor lokaal en regionaal georiënteerde activiteiten binnen het landelijke kader. Het programma kent een sterke programmatische samenhang. Bij elkaar bestrijken de instrumenten de activiteiten die nodig lijken te zijn om de programmadoelstellingen te behalen. De doelen en doelgroepen van de instrumenten lopen uiteen, maar vormen samen een geheel waarin onderwijs, onderzoek en valorisatie bij elkaar komen.

Qua fasering gaat het voorstel uit van een flexibele benadering. Dit sluit aan bij de interactie met de wetenschappelijke kennisbasis die continu aan verandering onderhevig is. In het voorstel zit een uitgebreide en overtuigende motivatie voor de keuze om het programma in drie fases in te delen uitgaande van het principe *planning for success*. Dit heeft als consequentie dat alleen fase 1 is uitgewerkt. De latere fases worden gedurende het programma ingekleurd. De keuze voor een lerende benadering past goed bij een complex en omvangrijk programma als dit en bij de snelheid waarmee AI zich ontwikkelt.

Kwaliteit consortium en beoogde samenwerking

De NL AIC is omvangrijk en divers. Alle belangrijke partijen zijn aan boord, zowel grootbedrijf als mkb, overheden op verschillende niveaus, universiteiten, hoge scholen, TO2-instituten en publieke instellingen. De hele kennisketen is betrokken, van universiteiten en hogescholen tot in AI-onderzoek uitblinkende bedrijven. Het programma heeft een open structuur waardoor ook nieuwe partners kunnen aanhaken. Uit het voorstel is duidelijk op te maken dat er een groep onderzoekers en bedrijven klaar staat om aan de slag te gaan. De ambities zijn hoog.

De omvang en diversiteit van het consortium zijn een sterkte, maar kunnen ook een zwakte vormen. De kans is aanwezig dat niet alle verwachtingen van alle deelnemers uitkomen en dat partijen daardoor afhaken. Dit risico wordt onderkend in de risicoanalyse in de aanvraag. Het goed functioneren van een complexe netwerkorganisatie vraagt meer dan een goed organisatieontwerp. Voor de fundering van samenwerkingsverbanden zijn vertrouwensrelaties, gemeenschappelijke belangen en een gelijk speelveld essentieel. Voor deze essentiële ‘zachte’ kant van de ontwikkeling van het ecosysteem is in de aanvraag nog weinig aandacht. De beschrijving van de organisatie en governance van het programma is vrij technocratisch opgesteld. Er is relatief weinig aandacht voor de menselijke kant, terwijl daar grote uitdagingen liggen. Het oplijnen van partijen en het opbouwen van vertrouwen tussen mensen met een grote diversiteit aan achtergronden, belangen en verwachtingen zijn geen sinecure maar wel essentieel. De bewaking van de samenwerkingscultuur binnen het ecosysteem is belangrijk. In het voorstel wordt gesproken over ‘winnaars in AI’. Een kenmerk van het verdienmodel in AI is het mechanisme van *The winner takes all* en ook in de wetenschap speelt competitie nog steeds een belangrijke rol. Het succes van dit programma hangt daarentegen juist in grote mate af van de gemeenschappelijkheid en samenwerkingsbereidheid van een grote diversiteit aan partijen. Als de balans binnen het programma doorslaat naar concurrentie en competitie, is er een risico dat de beoogde samenwerking binnen en tussen de projecten minder goed tot stand komt. De ervaring leert ook dat verbinding en chemie tussen wetenschappelijke disciplines niet uit zichzelf tot stand

komt. Het gaat om het vinden van de juiste balans en het raken van de juiste snaar bij het realiseren van inclusiviteit, het bouwen van onderling vertrouwen in teams en consortia en verwachtingsmanagement. Bij de uitrol van het programma om deze aspecten goed mee te nemen.

d) Realiseerbaarheid en haalbaarheid van de R&D-doelen

Kennisbasis en technologische ontwikkeling

AI is een wetenschapsgebied dat recent grote stappen heeft gemaakt. Nederland heeft de kennisbasis om de beoogde innovaties op de korte en lange termijn te absorberen. De universiteiten, hogescholen en TO2-instituten zijn hierop toegerust en een deel van het bedrijfsleven is hier ook klaar voor of wordt binnen dit programma klaargestoomd. Eenmaal opgebouwd kan de bredere kennisbasis de AI-ontwikkeling op lange termijn ondersteunen.

Van kennis naar toepassing

Voor het behalen van de KPI's zijn kenniscreatie, kennistoepassing en kennistransfer nodig. In het AiNed-programma is de hele waardeketen op verschillende manieren verknoopt in een quadruple helix. De wisselwerking tussen kenniscreatie, -toepassing en -transfer vindt in dit programma plaats binnen en tussen de uiteenlopende projecten en labs. Een grote diversiteit aan deelnemers die gaan samenwerken in een goed geoliede netwerkorganisatie is hét recept om tot vruchtbare kruisbestuiving en samenwerking te komen. Het model is duidelijk, maar het mechanisme waarmee daadwerkelijk een continue en intensieve wisselwerking tussen kenniscreatie, kennisbenutting en -toepassing ontstaat, zal wel een aandachtspunt moeten zijn tijdens de uitrol en uitvoering van het programma. De dynamiek van deze wisselwerking is moeilijk vooraf te voorspellen.

Het kan nuttig zijn om de ervaringen te gebruiken die NWO momenteel opdoet in haar kennisbenuttingsbeleid met de Impact Plan Benadering. Het idee achter de Impact Plan Benadering is dat in een onderzoeksproject al vanaf de ontwikkeling van het onderzoeksidee de fundamenten gelegd worden voor een kansrijke samenwerking tussen belanghebbenden en onderzoekers voor, tijdens en na een project. Daarnaast kunnen subsidie-instrumenten waarvoor samenwerking met gebruikers verplicht is gesteld een continue en intensieve wisselwerking tussen kenniscreatie, kennisbenutting en -toepassing versterken. Ook kunnen kleine subsidie-instrumenten (tot 800 k€) vaak adaptieve en succesvolle langdurige samenwerkingen tussen kennisinstellingen en het bedrijfsleven opleveren. Dit soort projecten dient intensief begeleid te worden om de kennisoverdracht naar het toepassingsveld te optimaliseren.

Risico's

Buiten de risico's die al zijn benoemd, is er een risico dat de beloftevolle AI coalitie implodeert als er in de nabije toekomst te weinig middelen beschikbaar komen voor de uitvoering van de plannen. Nederland zal als gevolg daarvan internationaal op achterstand komen. Het achterwege blijven van de Groeifondsinvestering en/of de beoogde publieke en private cofinanciering kunnen een groot effect hebben dat gezien de snelheid waarmee AI zich ontwikkelt niet snel bijgesteld zal kunnen worden. Het is belangrijk dat er een mitigatieplan opgesteld wordt voor het geval dat publieke en private investeringen achterblijven.

Geraadpleegde bronnen

1. Rathenau Instituut, NWO en OECD. Voorlopige resultaten. Publicatie gepland 2021.
2. Presentatie: Artificial Intelligence: How knowledge is created, transferred and used, Spotlight on the Netherlands, Maria de Kleijn-Lloyd SVP, Analytical Services, Elsevier Research Networks, 21 maart 2019.

3. Werkdocument NL AIC: Ethical, Legal & Social Aspects (ELSA) Labs, Een referentiemodel voor maatschappelijke co-creatie omgevingen t.b.v. de ontwikkeling van zinvolle human centric AI-toepassingen. versie 20 juni 2020.
4. Manifest Mensgerichte Artificiële Intelligentie, Een oproep voor zinvolle en verantwoorde toepassingen, november 2020.
5. CBS publicatie: ICT sector groeit harder dan de economie, oktober 2020.
6. Antwoorden van aanvragers op vragen van NWO, CPB en EZK.

Advies over het voorstel FoodSwitch

Hoofdstuk 1: Algeheel oordeel

Samenvatting

FoodSwitch heeft als doel Nederland leidend te maken in de verduurzaming van de mondiale voedselproductie, door het versnellen van de opschaling van innovaties. Om dit te bereiken wil FoodSwitch versnippering van activiteiten tegengaan door belanghebbenden samen te brengen en expertises met elkaar te verbinden. Daarnaast wil FoodSwitch met het programma een (financiële) stimulans bieden om met name het mkb te stimuleren om marktintroductie van innovaties te versnellen.

Sterke punten en kansen

- Foodswitch richt zich op een belangrijk, urgent maatschappelijk probleem en sluit aan op nationale en internationale agenda's (duurzaamheid, alternatieve eiwitbronnen).
- Het programma streeft naar technologische ontwikkelingen die van economische waarde kunnen zijn voor zowel de agrofood als de technische sector.
- Aansluiten bij en voortborduren op bestaande programma's is een sterk aspect in het voorstel aangezien kansrijk onderzoek hiermee opvolging krijgt richting marktintroductie.
- Nationaal gezien zijn de belangrijkste partijen betrokken met de WUR en Foodvalley NL als penvoerders. De WUR is een toonaangevende universiteit op het gebied van voedingswetenschappen en FoodvalleyNL biedt een ecosysteem waar meer dan 400 Nederlandse bedrijven bij betrokken zijn.
- De eis om 50% financiering in te leggen als partner leidt tot daadwerkelijk commitment aan het programma. De grote reikwijdte van de betrokken partijen maakt het aannemelijk dat aansluiting met internationale initiatieven/markt gemaakt kan worden.
- Het programma is doordacht opgebouwd in een matrix die goed aansluit bij de doelstelling van het programma. De aanpak ligt in het verlengde van de huidige aanpak van vernieuwing in deze sector wat een voorspoedige start mogelijk maakt.
- De governance is uitvoerig opgezet waarbij een goede monitoring is ingebouwd op zowel inhoud als verdienvermogen. Hierbij is ruimte voor aanpassingen en bijsturing door de ingebouwde fasering in het programma.

Aandachtspunten en bedreigingen

- Hoewel de matrix tot doel heeft om verbindingen te stimuleren, wordt vervolgens in de uitwerking van de matrix in de roadmaps niet duidelijk hoe de verbinding tussen de roadmaps tot stand gaat komen. Als de activiteiten niet met elkaar geïntegreerd worden, dan bestaat een groot risico op versnippering, een probleem dat het programma juist wil tegengaan.
- Het is specifiek onduidelijk hoe de gewenste sociale, organisatorische en institutionele transformaties (duurzaam) bewerkstelligd gaan worden. Samenwerking tussen partijen zal namelijk niet automatisch leiden tot de gewenste gedragsverandering.
- Belangrijk voor de maatschappelijke en economische impact van het programma is passendheid bij behoeften van de eindgebruiker. De betrokkenheid van deze eindgebruiker wordt beperkt teruggezien in het voorstel. Voor zover dit aspect aandacht krijgt, is dit vooral in de productvalidatiefase en niet bij de

vraagarticulatie. Het hele voorstel heeft een hoge mate van technology push in plaats van technologie als instrument voor een gewenste oplossing.

- De gekozen roadmaps borduren voort op lopende ontwikkelingen. Dit doet de vraag rijzen of er in de transitie ruimte is voor het verkennen van ongebaande paden.
- De aanvraag wekt de indruk dat de governance ingevuld wordt door personen uit de consortia. Het zou goed zijn om ook externe (internationale) deskundigen zitting te laten nemen om te borgen dat activiteiten passen bij overige (internationale) ontwikkelingen en om eventuele tunnelvisie te voorkomen.
- Het overgrote deel van de financiering gaat naar het bedrijfsleven, waardoor het lijkt dat de kennisinstellingen een relatief beperkte rol hebben. Betrokkenheid van verschillende kennisinstellingen leidt ook tot een goede uitwisseling van kennis en vraagarticulatie tussen de verschillende TRL-niveaus, essentieel voor innovatie binnen het kennisnetwerk.
- De onderzoeksinspanningen liggen met name bij de WUR. Meer betrokkenheid van andere kennisinstellingen leidt tot verbreding en nieuwe inzichten die kunnen bijdragen aan de gewenste transformatie.
- Het is onbekend hoe de verdeling van financiën zal zijn tussen grote bedrijven en mkb in de projecten en wat dit voor consequenties heeft voor intellectueel eigendom rechten. Het is daarom niet duidelijk of de gekozen werkwijze zal leiden tot een werkbaar/aantrekkelijk samenwerkingsverband voor het mkb.

Conclusie

Foodswitch heeft een goede scope en kwalitatief goede expertise aan zich gebonden, maar voor realisatie van de gewenste transitie is meer aandacht nodig voor borging van verbinding tussen de roadmaps, voor de sociale, organisatorische en institutionele transformatie, het betrekken van de eindgebruiker gedurende het hele proces en een bredere participatie van verschillende kennisinstellingen.

Hoofdstuk 2: Analyse

a) Onderzoeksactiviteiten en positionering van het voorstel in het wetenschapsveld

Nederlandse positie en landschap

Foodswitch werkt aan haar programmadoelen door vanuit beschikbare concepten (TRL1-3) technologie, systemen en diensten te ontwikkelen en op te schalen (TRL4-9) om deze vervolgens op de (inter)nationale markt te brengen. Het richt zich met name op de R&D ontwikkelingen binnen bedrijven. Het identificeert het mkb als belangrijke motor om innovaties naar de markt te brengen. Dit is weliswaar in samenwerkingen met kennisinstellingen, maar de beoogde financiële stromen vanuit het Groeifonds gaan voornamelijk naar het bedrijfsleven. Het overgrote deel van het budget zal hier ingezet worden op (door)ontwikkeling, testen, opschalen en versnellen van nieuwe technieken en systemen. In het voorstel worden per roadmap consortiumpartners genoemd. Dit zijn grote aantallen en het betreft voornamelijk Nederlandse private partijen, zowel multinationals als mkb, die worden genoemd als partners. Ook doen overkoepelende organisaties (waaronder TKI Agri&Food, TKI Tuinbouw&Uitgangsmaterialen, HTSM, FME, Foodvalley, TIFN en CCC) in het voorstel mee, die een netwerk aan bedrijven meebrengen. Verder worden gebruikers vanuit het kennisveld en maatschappelijke partijen genoemd. Daarmee zijn op het gebied van agrofood en hightech nationaal de belangrijke partijen aangesloten bij dit programma. Door krachtenbundeling en inzet van de diversiteit aan disciplines die de partijen in huis hebben, kunnen ze grote impact behalen.

Op basis van de omschrijvingen van roadmaps en gezien het feit dat ook een deel van het budget bij kennisinstellingen naar ontwikkelingen van opleidingen gaat, is het onderzoek dat zal worden gedaan door kennisinstellingen en de onderlinge verdeling in activiteiten tussen kennisinstellingen niet te herleiden. Wel is duidelijk dat in verhouding beperkte financiële middelen naar de kennisinstellingen gaan (40,8 miljoen euro van de 276 miljoen euro aangevraagd vanuit het Groeifonds voor fase 1). Gezien de excellente staat van dienst van de WUR, de beoogde verbinding met de HighTech en het feit dat Foodswitch zich richt op gegenereerde kennis vanuit NWO-programma's die uitgevoerd worden door kennisinstellingen, is het raadzaam om de interactie met onderzoekers aan de WUR en andere kennisinstellingen uit te breiden. Dit is ook belangrijk voor de borging van goede uitwisseling van kennis in beide richtingen.

Op roadmap 4 na is de WUR bij alle roadmaps betrokken waarbij de WUR in roadmap 1,5 en 7 een trekkende positie heeft in samenwerking met andere partijen te weten TUD (roadmap 1), Foodvalley (roadmap 5) en Radboud en IMEC (roadmap 7). Roadmap 2, 4 en 8 worden getrokken door het bedrijfsleven. Alleen roadmap 6 wordt getrokken door een andere kennisinstelling (Universiteit Twente) en dit is budgettair een relatief kleine roadmap (5,4 miljoen euro subsidie). Uit de begroting en de plannen is niet af te leiden hoe de verdeling van de werkzaamheden tussen de kennisinstellingen zal zijn. Gezien de beperkte hoeveelheid financiering die naar de kennisinstellingen gaat en de grote rol van de WUR als penvoerder en deelnemer van bijna alle roadmaps, bestaat de indruk dat de andere kennisinstellingen een relatief beperkte rol hebben in het programma.

Betrokken disciplines

Het is niet bekend welke vakgroepen en dus disciplines binnen de kennisinstellingen betrokken zullen worden. De aanvraag maakt daarnaast duidelijk dat sociale, organisatorische en institutionele transformaties belangrijk worden gevonden om de doelen te bereiken. In dit kader wordt gesteld dat basiskennis en -kunde aanwezig is (transitiekunde, marktkunde, sociologie, economie, bedrijfskunde, filosofie en ethiek, ketenkunde) en dat deze ingebed zal worden in de roadmaps. Bij de uitwerking van de onderwerpen op kruispunten en in de roadmaps is deze inbedding niet/beperkt terug te vinden, ondanks betrokkenheid van deze disciplines bij de totstandkoming. Hiermee dreigt een situatie waarin er te weinig of te laat echt aandacht aan deze aspecten wordt geschonken, terwijl dit zeer relevante aspecten zijn voor het marktpotentieel. Denk bijvoorbeeld aan acceptatie van alternatieve eiwitbronnen (roadmap 5), ethiek/acceptatie van de ontwikkelingen vanuit consumenten tech (roadmap 7) en het menselijke gedragsaspect in de circulaire voedselketen (roadmap 2). Er

zou ook meer oog moeten zijn voor integratie van het gezondheidsaspect met name in het geval van consumenten tech en alternatieve eiwitbronnen.

Gelet op de aard van het onderzoek (hoge TRL's) zou praktijkgericht onderzoek een bijdrage kunnen leveren door mkb-ondernemers handelingsperspectieven te bieden bij de implementatie van innovatieve technologie. Praktijkgericht onderzoek kan bij uitstek door hogescholen worden uitgevoerd. In het programma lijken de hogescholen voornamelijk een rol te krijgen als onderwijsinstelling en niet als onderzoeksinstelling. De hogescholen die gericht zijn op technologische innovatie, zoals Saxion, Avans en Fontys ontbreken in het consortium. Er wordt verondersteld dat een groot deel van de relevante (technologische) disciplines door het bedrijfsleven/andere samenwerkingspartners wordt geleverd. Uit de aanvraag is dit onvoldoende af te leiden. Concluderend kan hiermee gesteld worden dat, mede gezien de beantwoording van de aanvullende vragen, de meeste disciplines betrokken zijn bij de opbouw van het programma, maar dat het gezien de roadmap omschrijvingen en de invulling van de roadmaps met open calls onzeker is of de juiste disciplines daadwerkelijk in de uitvoering betrokken zullen zijn. NWO adviseert om betrokkenheid van diverse disciplines en kennisinstellingen te borgen en te monitoren gedurende het programma, bijvoorbeeld door dit aspect mee te nemen in de beoordeling van de aanvragen in de open calls.

Aansluiting bij andere programma's

FoodSwitch bouwt voort op de kennis die is opgedaan in bestaande programma's, waaronder NWO programma's. Binnen het KIC zijn vanaf de start van het topsectorenbeleid veel programma's ontwikkeld en uitgevoerd die gericht zijn op de transitie naar een duurzame voedselproductie, waaronder het programma 'Smart solutions for horti- en agriculture'. De NWA kent, naast de route 'Duurzame productie van gezond en veilig voedsel', ook thematische programma's gericht op dit onderwerp, waarvan 'Transitie naar een duurzaam voedselsysteem' en 'Living labs voor het herstel van biodiversiteit in het landelijk gebied', goed aansluiten bij dit initiatief. Vanuit het Zwaartekracht programma is het in 2019 toegekende programma 'Harnessing the second genome of plants. Microbial imprinting for crop resilience (MiCRop)' relevant. Verder zijn er raakvlakken met het NWO-WOTRO Food&Business programma dat binnenkort afgerond wordt en met het Netherlands-CGIAR Seed Systems Development Research Programme. Bij verschillende programma's zijn Foodswitch partners betrokken, maar bij andere ook niet. Het is aan te raden om aansluiting te zoeken bij alle relevante lopende programma's.

FoodSwitch sluit ook aan bij de thematische focus voor 2019-2022 van de WUR, net als bij het UU strategische thema 'Pathways to Sustainability'. Ook andere kennisinstellingen richten zich op (delen) van deze vraagstukken. Wat betreft internationalisering ontbreekt een verwijzing naar een mogelijke relatie met de SDG-partnership faciliteit van BuZa en/ of de daaruit voortkomende projecten op het vlak van SDG2. Er wordt evenmin verduidelijking gegeven over hoe de link gelegd wordt met het Europese Green Deal programma en met CGIAR-onderzoek. Eind januari 2021 is duidelijk geworden dat Nederland het centrum gaat vormen voor wereldwijde voedselinnovatie met het Global Coordinating Secretariat (GCS) in Wageningen. Verbinding dan wel afstemming met GCS is aan te raden. Op basis van de partners genoemd bij de roadmaps kan geconcludeerd worden dat het overgrote deel nationale partners betreft. De grote reikwijdte van betrokken kennisinstellingen en bedrijven maakt het aannemelijk dat aansluiting met de internationale initiatieven gemaakt gaat worden.

Aansluiten bij en voortborduren op resultaten van bestaande programma's is een sterk aspect in het voorstel aangezien kansrijk onderzoek hiermee opvolging krijgt richting marktintroductie. Bij NWO zijn er ook mogelijkheden om hier een impuls aan te geven voor zowel specifieke innovaties (Demonstrator en Take-off) of voor grootschalige samenwerkingsverbanden met een lange termijn focus (Lange Termijn Programma's) binnen het KIC. Deze instrumenten hebben financieel een aanzienlijk minder grote omvang dan het Groeifonds. In die zin kan het Groeifonds ontwikkelingen een veel grotere en meer coherente stimulans geven dan het versnipperd verkrijgen van kleinere brokken financiering bij verschillende financiers. Het is te verwachten dat hiermee een grotere impact kan worden bereikt.

Onderzoeksactiviteiten

Foodswitch werkt vanuit drie programmalijnen aan haar doelstelling: precision food systems, protein shifts en circular food chains. In elke programmalijn worden drie categorieën sleuteltechnologieën (biotechnology and breeding, information technology, en smart systems) ingezet waardoor er 9 kruispunten ontstaan. Op de kruispunten ontstaan innovaties waarvoor in de eerste fase 8 roadmaps zijn geformuleerd: Autonomous adaptive greenhouses, Circular Food Chains, Indoor farming, NXT Biologicals, The Global Protein Shift Powerhouse, Biodiversity dashboards, Consumer Tech en Smart Food Factory. Onderzoek en innovatie richten zich in het FoodSwitch programma op de hogere TRL's. Dit is een begrijpelijke keuze omdat op de lagere TRL's veel kennis is vergaard, en het met name schort aan een goede doorstroom richting toepassing door eindgebruikers. De beschreven verbinding met het kennisdomein loopt van de lage TRL's naar de hoge. Een verbinding van hoge naar lage TRL's lijkt te ontbreken. Het is aan te raden om deze verbinding ook te leggen, zodat ook nieuwe onderzoeksideeën kunnen ontstaan.

In het voorstel komt weinig in beeld van de huidige stand van kennis, de ambities ten aanzien van het verwerven van heel nieuwe inzichten of het gericht oplossen van kennishiaten en wie zich daarmee bezig gaan houden. Het voorstel drukt zich voornamelijk uit in het bereiken van targets en activiteiten die daaraan bijdragen, en veel minder in het soort van kennisontwikkeling dat daarvoor vereist is en de daaraan verbonden onderzoeksvragen. In het voorstel wordt aangegeven dat er sprake is van marktfalen door versnippering en beperkte samenwerking. FoodSwitch wil hier verandering in brengen en voor verbinding zorgen. De verbinding tussen AgroFood en Hightech is zichtbaar in de beoogde interdisciplinaire samenwerkingen zoals gepresenteerd in de roadmaps. Echter (aanpak van) interdisciplinaire kennisvragen om sociale, organisatorische en institutionele transformaties te bewerkstelligen worden lijken te ontbreken in het voorstel. Daarnaast is het onduidelijk hoe een duurzame samenwerking binnen en tussen de roadmaps wordt gerealiseerd.

Verder vallen er nog een aantal zaken op met betrekking tot de specifieke roadmaps/onderzoeksonderwerpen:

- Er is verschil in kwaliteit en concreetheid van de geformuleerde plannen in de roadmaps. Zo vraagt Circular Food Chains om een grote investering vanuit het Groeifonds (45 miljoen euro subsidie), maar zijn de doelstelling en plannen niet concreet geformuleerd en is het verdienmodel onduidelijk;
- Bij de roadmap Smart Food Factory is niet duidelijk aan welk marktfalen dit bijdraagt en hoe men gaat realiseren dat data gedeeld gaan worden om de overgang te realiseren van het individueel naar het gezamenlijk ontwikkelen van een digitale omgeving;
- Ten aanzien van alternatieve eiwitbronnen worden alle opties in het kruispunt weergegeven. Op basis van de bijbehorende roadmaps wordt niet duidelijk wanneer en op welke basis er keuzes gemaakt aan worden. Hier ontbreekt in de planning en omschrijving grotendeels het consumentenperspectief. Dit is essentieel voor de acceptatie van voedsel uit alternatieve bronnen en zou een integraal onderdeel moeten zijn van deze roadmap;
- Het monitoren van biodiversiteit staat centraal in roadmap 6 en is relevant voor alle roadmaps. De aandacht voor het versterken van biodiversiteit en ook van de bodemkwaliteit, is beperkt in het voorstel. Beiden zijn echter van groot belang voor de voedselproductie, zoals in de FoodSwitch tekst ook onderkend.

Impact op het onderzoeksveld

NWO kan de impact op het onderzoeksveld alleen voor de kennisinstellingen beoordelen. Gezien de relatief beperkte hoeveelheid financiering die naar de kennisinstellingen gaat, wordt verwacht dat deze voldoende beschikbare capaciteit hebben om de beoogde bijdrage aan FoodSwitch te leveren. FoodSwitch kan bijdragen aan de versterking en vernieuwing van het onderzoek bij kennisinstellingen. Hierbij is het van belang dat er ook vanuit de hogere TRL's samengewerkt wordt met de kennisinstellingen om te borgen dat er nieuwe innovatie-ideeën ontstaan. Daarnaast wordt samenwerking met veel verschillende bedrijven tot stand

gebracht dan wel geïntensifieerd. Dit kan ook in de toekomst borgen dat onderzoek met grotere waarschijnlijkheid tot toepassingen komt. Ook wordt er een infrastructuur door FoodSwitch opgericht voor het ontwikkelen, testen en opschalen van technologieën en systemen, die na beëindiging van financiering zal voortbestaan. Een kanttekening is dat relatief het grootste deel van de financiering naar bedrijven gaat en de bedrijven wellicht ook houder van intellectueel eigendom zullen zijn. Dit zou kennisinstellingen kunnen belemmeren om met behulp van de infrastructuur, technologieën en systemen vrij en ongebonden vervolgonderzoek te kunnen doen.

b) Positionering van het voorstel in het kennisgebruikersveld

Gebruikers

In het voorstel worden per roadmap consortiumpartners genoemd. Het gaat om grote aantallen, en het betreft voornamelijk Nederlandse private partijen, zowel multinationals als mkb. Ook doen overkoepelende organisaties (waaronder TKI Agri&Food, TKI Tuinbouw&Uitgangsmaterialen, HTSM, FME, Foodvalley, TIFN en brancheorganisatie Akkerbouw en koepelorganisaties) in het voorstel mee, die elk een netwerk aan bedrijven meebrengen. Verder worden partners vanuit het kennisveld en maatschappelijke partijen genoemd. De conclusie is dat de juiste netwerken en partijen worden genoemd, maar het is nog onbekend of deze partners ook daadwerkelijk betrokken zullen zijn bij de projecten (gezien de open calls). De balans tussen private partijen enerzijds, en kennisinstellingen en maatschappelijke partijen anderzijds, slaat uit in de richting van de private partijen. Maatschappelijke partijen zijn van belang voor het draagvlak in de samenleving voor de te ontwikkelen technologie. Ook de consument is een belangrijke actor voor dit programma. Hoewel de noodzaak van het betrekken van de consument en maatschappelijke partijen erkend wordt in de aanvraag, is het bij diverse roadmaps onduidelijk hoe deze betrokken worden, en als ze al genoemd worden, lijken ze pas een rol te krijgen in een gevorderd stadium van de ontwikkeling/toepassing. Het risico bestaat hiermee dat het voorstel teveel uitgaat van ‘technology push’ en te weinig aansluit bij de wensen van de eindgebruiker.

Foodswitch ziet een grote internationale markt voor gebruik van de ontwikkelde technologieën. Volgens FoodSwitch zijn Nederlandse bedrijven mondiaal onvoldoende in staat oplossingen ver genoeg te ontwikkelen en aan te passen aan lokale omstandigheden. Met dit programma wordt een gezamenlijke infrastructuur geboden die helpt om de snelheid van innovatie te verhogen en de kosten te verlagen. Met internationale fieldlabs wordt gekeken naar hoe oplossingen aangepast kunnen worden op lokale condities en worden de mogelijkheden van kennis en kunde te gedemonstreerd. Dit wekt de indruk dat pas in het laatste stadium van ontwikkeling inbreng van lokale partners in andere landen wordt opgehaald. Ook hierbij bestaat het risico dat technologie en producten hierdoor niet aansluiten bij de wensen van de eindgebruiker.

Het is de bedoeling dat de consortia in projecten/roadmaps een open karakter hebben wat in- en uitstroom van partners mogelijk maakt. Ook vraagt FoodSwitch om 50% financiering door de betrokken partijen (in cash of in kind) wat naar verwachting zal leiden tot serieuze betrokkenheid van deze partijen. Het is onduidelijk hoe dit verdeeld is over partijen (grote bedrijven versus mkb) en wat dit voor consequenties heeft voor intellectueel eigendom rechten. Het is daarom in dit stadium niet te beoordelen of het open karakter in combinatie met de 50% financiering zal leiden tot een werkbaar/aantrekkelijk samenwerkingsverband voor alle belanghebbenden (specifiek mkb).

Impact op het kennisgebruikersveld

Overheidsfinanciering is volgens FoodSwitch nodig om in plaats van handelen vanuit een individueel belang te komen tot handelen vanuit het groter belang. De overheid kan een vraag op systeemniveau op die manier een belangrijke impuls geven. De vraag is hierbij in hoeverre dit ook na deze impuls gecontinueerd wordt en of de ontwikkelde infrastructuur voldoende zal zijn voor duurzame verandering. Innovaties vanuit het Groeifonds hebben dan wellicht een verdienmodel gevonden, maar de vraag is of belanghebbenden ook in het vervolg hun individuele belang opzij kunnen zetten en voor het grote belang gaan. Betreffende dat laatste aspect is het

onvoldoende duidelijk hoe FoodSwitch gaat zorgen voor een blijvende transitie (anders dan gezamenlijke financiering en dus samenwerking voor de duur van dit project).

c) Programmatische samenhang van het voorstel

Governance programma

FoodSwitch is georganiseerd in een not-for-profit stichtingsvorm en is verantwoordelijk voor het management van het programma. Het management wordt in het voorstel omschreven als het jaarlijks voorbereiden van aanvragen voor Groeifonds, geldstromen organiseren en afspraken formaliseren. Daarnaast is FoodSwitch verantwoordelijk voor monitoring van de algehele voortgang en rapporteert het aan het Groeifonds. Gedurende het programma wordt gemonitored op KPI's, het effect van interventies (op de lange termijn) en zijn er go/ no go momenten ingepland. Voor het onderdeel 'coördineren van de ondersteuning van roadmaps' wil FoodSwitch gebruik maken van het organiserend vermogen van deelnemende organisaties en netwerken zoals TIFN, TKI-bureaus, FME en NWO. 35 miljoen euro wordt hieraan uitbesteed. De stichting wordt bestuurd door een Executive Board (EB) bestaande uit een algemeen en financieel directeur. De EB legt jaarlijks plannen voor aan de program board (PB) die de voortgang en de doelstellingen monitort en de algemene belangen van de partners bewaakt. Boven de PB staat een Supervisory Board (SB). De kwartiermakers zullen zorgen voor de formatie van een PB en een governance document omtrent besluitvorming, verdeling zetels, auditing etc. De kwartiermakersgroep zal worden gevormd door de founding fathers: WUR, FoodvalleyNL, topsectoren A&F, T&U en HTSM en FME en wordt geleid door een onafhankelijke voorzitter.

De governance is wel doordacht en uitvoerig opgezet, en wordt in de eerste 6 maanden door de kwartiermakers vormgegeven. Positief is dat in de PB maatschappelijke partners en NGO's vertegenwoordigd zullen zijn. Opvallend is dat in de kwartiermakersgroep geen andere (technische) onderzoeksinstelling zit, terwijl FoodSwitch een transitie beoogt waarin meer verbinding gelegd wordt tussen Agrofood en Hightech. Daarnaast wekt de aanvraag de indruk dat de PB en SB worden gevuld met representanten van de consortia. Het zou goed zijn om ook externe (internationale) deskundigen zitting te laten nemen om te borgen dat activiteiten passen bij overige (internationale) ontwikkelingen en om eventuele tunnelvisie te voorkomen.

Samenhang programmaonderdelen

Voor de huidige aanvraag (eerste fase) zijn 8 roadmaps geïdentificeerd en FoodSwitch beoogt hier in een tweede fase nog een aantal roadmaps aan toe te voegen. De initiële keuze voor de eerste 8 roadmaps lijkt gebaseerd op min of meer bestaande samenwerkingsverbanden, wat een vlotte start bevordert. Het is onduidelijk op basis waarvan deze keuzes zijn gemaakt, maar de thema's sluiten goed aan bij de kruispunten. In fase 1 vindt vanuit de programma's een concrete invulling plaats door middel van open calls. Bij de beantwoording van aanvullende vragen is duidelijk geworden dat bij deze calls iedereen vrij is om consortia te vormen en projecten in te dienen. De consortia zoals bedoeld bij de roadmap omschrijvingen zijn verantwoordelijk voor het formuleren van ambities en het identificeren van interventies die nodig zijn voor realisatie van de ambities. Partijen vanuit deze consortia, maar ook daarbuiten, mogen projecten indienen in de calls waar een onafhankelijke commissie de beoordeling doet. Dit is een logische, goede insteek. De calls zullen door FoodSwitch worden uitgezet. Hierbij rijst de vraagt waarom FoodSwitch dit zelf wil gaan doen terwijl andere partijen zoals RVO en NWO hier veel ervaring mee hebben. Verder wordt niet omschreven hoe de regie gevoerd gaat worden om te komen tot de projecten die het meeste bijdragen aan de doelstelling, hoe onderlinge verbinding bewerkstelligd gaat worden en er voor wordt gezorgd dat ook het mkb echt aansluit. De aanpak in deze zal erg belangrijk zijn voor het al dan niet succesvol zijn van het programma.

De uitwerking van de roadmaps is te beknopt om te kunnen beoordelen of ze de gewenste resultaten en transitie (op tijd) gaan bewerkstelligen. Tijdens fase 1 zal door middel van tussentijdse evaluaties worden gereflecteerd en bijgestuurd, waarop fase 2 wordt vormgegeven. Verder is er een goede monitoring van de roadmaps ingebouwd zowel op inhoud als op verdienvermogen, en is beoogd om indien nodig eventuele aanpassingen door te voeren. Dit is een belangrijk en krachtig aspect in het voorstel.

De roadmaps kunnen goed afzonderlijk van elkaar worden uitgevoerd, maar hebben onderling raakvlakken en kunnen elkaar beïnvloeden. Het is de bedoeling dat er ook kruisbestuiving tussen de roadmaps plaatsvindt. Het is onvoldoende duidelijk hoe en wanneer tussen de roadmaps verbinding wordt gelegd in een mate waardoor innovaties met elkaar verbonden worden en/of rekening houden met elkaar. Er zou in plaats van synergie ook sprake kunnen zijn van tegenstrijdige belangen. FoodSwitch beoogt een verandering tot stand te brengen door verbinding te bewerkstelligen tussen bedrijven, kennisinstellingen, verschillende disciplines etc. In dit kader wordt voor het programma als geheel een sociale, organisatorische en institutionele transformatie beoogd. Dit is in het voorstel in figuur 4 als een grijs vlak gepresenteerd achter de kruispunten matrix. In de beschrijving van de kruispunten en de uitwerking in de roadmaps is de verbinding met deze beoogde transformatie niet zichtbaar.

Kwaliteit consortium en beoogde samenwerking

Het voorstel is ingediend door de WUR en FoodvalleyNL. De WUR is een toonaangevende universiteit ten aanzien van landbouw- en voedingswetenschappen, en staat internationaal goed aangeschreven. De kern van dit voorstel is de keuze voor de vernieuwende samenwerking van Hightech met voedselproductie. Derhalve is in verschillende roadmaps samenwerking met andere technische universiteiten beoogd (Universiteit Twente, Technische Universiteit Delft, Eindhoven University of Technology) en daarnaast ook met Universiteit Maastricht, Universiteit Utrecht, Radboud Universiteit, HAS Hogeschool en Rijksuniversiteit Groningen. Dit zijn nationaal gezien logische samenwerkingspartners op wetenschappelijk gebied. Opvallend is dat de Universiteit Maastricht en Hogeschool Van Hall Larenstein niet in de roadmaps genoemd worden. Ook lijken de hogescholen alleen te worden ingezet als onderwijsinstelling, terwijl ze juist op het beoogde TRL niveau met praktijkgericht onderzoek een goede bijdrage kunnen leveren.

De samenwerking tussen de WUR en het bedrijfsleven is duidelijk en bewezen, wat vertrouwen geeft. Uit de roadmaps valt echter niet af te leiden in hoeverre intensief met andere kennisinstellingen samengewerkt wordt. Bij de beantwoording van aanvullende vragen blijkt uit voorbeelden duidelijker dat er met andere kennisinstellingen zal worden samengewerkt. Echter, het ontbreken van andere kennisinstellingen in de governance en de beperkte budgetten die naar de kennisinstellingen gaan, lijken niet te wijzen op een intensieve samenwerking met andere kennisinstellingen dan de WUR. Daarnaast is niet duidelijk welke disciplines van de verschillende universiteiten en bedrijven ingezet worden in de roadmaps. Aangezien de roadmaps nog ingevuld moeten worden met projecten, is het wellicht nog te vroeg om dit aan te geven, maar borging van diversiteit/ betrokkenheid van disciplines voor de gewenste transitie is een aandachtspunt. Met name gedragswetenschappers, economen, duurzaamheidsexperts, ecologen en ethici zouden betrokken moeten worden om de gewenste en essentiële sociale, organisatorische en institutionele transformatie vorm te geven.

d) Realiseerbaarheid en haalbaarheid van de R&D doelen

Kennisbasis en technologische ontwikkeling

De kennisbasis voor de beoogde ontwikkelingen is er in Nederland en het betrokken consortium heeft deze kennis in huis. De vernieuwing komt in eerste instantie tot stand door de combinatie van kennis uit de verschillende velden en toepassing van state-of-the-art technologieën in de land- en tuinbouwpraktijk. Dit is een logische en noodzakelijke stap om een nieuwe community op dit terrein van de grond te krijgen. FoodSwitch werkt aan haar doelen door vanuit beschikbare concepten (TRL1-3) technologie, systemen en diensten te ontwikkelen en op te schalen (TRL4-9) om deze vervolgens op de (inter)nationale markt te brengen. Aansluiten bij en voortborduren op bestaande programma's (zoals het NWO cross-over project Synergia, het TKI-project Argos en het EU-PLANTAR project) is een sterk aspect in het voorstel aangezien kansrijk onderzoek hiermee opvolging krijgt voor marktintroductie.

Van kennis naar toepassing

Onderdeel van de strategie is dat er binnen FoodSwitch nieuwe precompetitieve kennis zal worden ontwikkeld. Dit is van groot belang en een goed startpunt. De omzetting van deze kennis naar vermarktbare producten en/of diensten vergt waarschijnlijk in sommige sectoren een langere looptijd dan dit programma. Dat is niet nieuw. Wel roept dit de vraag op hoe het consortium zal borgen dat er een integrale en ketenbrede ontwikkeling voortkomt uit de precompetitieve kennis. De beoogde deelname van private partijen in de consortia is adequaat. In de wisselwerking is, zoals eerder benoemd, meer aandacht nodig voor de behoeften van en het draagvlak bij eindgebruikers voor de te ontwikkelen en toe te passen technologieën. Zijn consumenten bijvoorbeeld bereid om vlees te laten staan? Hoe wordt de consument vertrouwd met voedsel dat technologisch wordt geproduceerd? Staat men in andere landen open voor indoor farming? Het voorstel geeft de indruk van technology push in plaats van co-creatie/market pull. De gewenste economische groei kan alleen optreden als ontwikkelingen aansluiten bij de wensen van eindgebruikers. De transitie naar duurzaamheid, alternatieve eiwitbronnen en veranderde landbouw vereist gedragsveranderingen waar veel aandacht voor nodig is. Dit ontbreekt in het voorstel en vormt een risico voor de haalbaarheid van de doelen.

Risico's

In de aanvraag is een analyse van risico's gedaan, en worden maatregelen voorgesteld om deze risico's te neutraliseren. Een voorbeeld is het risico dat innovaties onvoldoende de markt halen. Door de 50% eigen bijdrage van partijen te vragen, wordt verondersteld dat partijen er alles aan zullen doen om dit te voorkomen. Over de genoemde risico's is goed nagedacht. Er worden echter meerdere risico's gesignaleerd in het voorstel die niet in de analyse terugkomen. Zo wordt niet ingegaan op het risico dat eindgebruikers de innovatie niet accepteren (van belang voor roadmap 1, 5 en 7) of het risico dat men niet bereid is om data te delen (van belang voor roadmaps 2 en 8).

Geraadpleegde bronnen

1. Europese Commissie. Een Europese Green Deal. Een Europese Green Deal | Europese Commissie (europa.eu)
2. Rijksoverheid. 'Mondiaal centrum voor voedselinnovatie komt naar Nederland', 27-01-2021. Mondiaal centrum voor voedselinnovatie komt naar Nederland | Nieuwsbericht | Rijksoverheid.nl
3. RVO. SDG partnerschapfaciliteit. SDG Partnerschapfaciliteit (SDGP) | RVO.nl | Rijksdienst
4. UU. Strategic theme: Pathways to sustainability. Pathways to Sustainability - Universiteit Utrecht (uu.nl)
5. Vragen aan Foodswitch -en antwoorden hierop- van CPB, SED Economisch onderzoek en EZK-stafdirectie en NWO
6. WUR. Strategisch Plan 2019-2022: Finding answers together. Strategisch Plan Wageningen University & Research 2019-2022 NL - WUR

Advies over het voorstel Groenvermogen van de Nederlandse Economie

Hoofdstuk 1: Algeheel oordeel

Samenvatting

Groenvermogen van de Nederlandse Economie presenteert een integrale aanpak om te komen tot een sterk Nederlands ecosysteem rondom waterstof en groene elektronen. Hiermee wordt bijgedragen aan de doelen uit het Klimaatakkoord door verduurzaming van CO_2-intensieve sectoren én aan economische ontwikkeling met regionale spreiding. Tegelijkertijd wordt er verbetering van luchtkwaliteit en vermindering van stikstofneerslag verwacht door vervanging van fossiele brandstoffen. Om het ecosysteem te versterken wordt een impuls voorgesteld op drie elementen: (1) de realisatie van waterstofprojecten op serieuze schaalgrootte, (2) de coördinatie van onderzoek en innovatie, en (3) ontwikkeling van human capital. Het programma zet in op een sterkere verbinding tussen bedrijven en kennisinstellingen in het gehele waterstofecosysteem.

Sterke punten en kansen

- Het voorstel stelt een missiegedreven systeemaanpak voor om alle activiteiten te verbinden over de gehele waterstofketen, met specifieke aandacht voor ketenintegratie en niet-technische uitdagingen. Hierbij wordt een sterke focus in de opschalingsprojecten gecombineerd met een breed georiënteerd R&D-programma. Dit is één van de belangrijkste sterktes van het van het programma;
- In het voorstel wordt een krachtige verbinding gemaakt tussen opschaling van waterstofprojecten en het R&D-programma, structureel verankerd in regionale clusters. Via de voorgestelde governance wordt zowel regionaal als nationaal verbinding gelegd. Dit gebeurt onder andere door te werken met sandpit-procedures gericht op intensieve samenwerkingen voor het R&D-programma en specifieke voorwaarden voor kennisuitwisseling in de beoogde opschalingstenders;
- Het voorstel kan bouwen op een reeds aanwezige sterke kennisbasis en concrete plannen voor opschalingsprojecten;
- Het voorstel besteedt expliciet aandacht aan de ontwikkeling van human capital via regionale learning communities en via nationale coördinatie. Hiermee wordt een duurzame basis gelegd voor een toekomstig waterstofecosysteem waar leren, werken en innoveren hand in hand gaan;
- In het R&D-programma is ruimte voor zowel korte-termijn uitdagingen gerelateerd aan opschaling als lange-termijn vernieuwend wetenschappelijk onderzoek;
- De indieners willen de investeringen in het programma uit laten zetten via transparante subsidieprocedures en bestaande subsidieorganisaties. Dit laat toe dat alle relevante partijen, zowel nieuwkomers als gevestigde partijen, toegang kunnen krijgen tot het programma.

Aandachtspunten en bedreigingen

- De systeemaanpak leidt onvermijdelijk tot een brede scope, die ook afbakening behoeft. In de uitwerking zou met name kritisch bekeken moeten worden welke toepassingen van groene elektronen binnen de doelstellingen van het programma moeten vallen;
- Het detailniveau van het uitgewerkte R&D-programma staat op gespannen voet met de beoogde open sandpit-procedures om te komen tot R&D-activiteiten en consortia;

- Uit het voorstel wordt onvoldoende duidelijk welke partijen al concreet gecommitteerd zijn, met name in het R&D-programma, waar het cruciaal is dat bedrijfsleven en regionale partijen ook investeren. Desgevraagd geven de aanvragers aan dat daar inmiddels meer stappen in gemaakt zijn, onder andere via een Ronde Tafel Waterstof en Groene Chemie waar concrete afspraken zijn gemaakt met CEO's uit bedrijfsleven en bestuurders uit de kenniswereld;
- Een aantal belangrijke elementen wordt pas nu of bij de start van het programma verder uitgewerkt, zoals een scherpe definitie van de centrale missie (moonshot), KPI's voor de verschillende onderdelen en een uitgebreidere risicoanalyse. Dit zorgt ervoor dat veel van een nadere uitwerking afhangt.

Conclusie

De integrale benadering met focus op opschaling, R&D én human capital geeft vertrouwen dat de voorgestelde investering in een structureel waterstofecosysteem duurzaam kan renderen. Nederland heeft een uitstekende uitgangspositie met de reeds aanwezige infrastructuur voor gassen, het grote ontwikkelpotentieel voor wind op de Noordzee, de sterke chemie- en energieclusters en hightech maakindustrie, en de sterke kennispositie. Het voorstel kan hierbij bouwen op bestaande sterke verbindingen tussen universiteiten, hogescholen, TO2-instellingen en industrie, geïllustreerd door de al aanwezige regionale clusters. Dit zijn de benodigde ingrediënten voor het uiteindelijke structurele doel van het programma, het neerzetten van een sterk en flexibel waterstofecosysteem dat goed kan inspelen op de markt. De impact van het programma hangt sterk af van de precieze uitwerking van de beoogde subsidieprocedures en een effectieve organisatie van regie en coördinatie op synergie, dialoog en algehele samenhang van het programma. Dit vraagt om een integrale en zorgvuldige sturing vanuit het programmabestuur in de uitrol van het programma, en bereidheid tot samenwerking en kennisuitwisseling bij de toekomstige deelnemers.

Hoofdstuk 2: Analyse

a) Onderzoeksactiviteiten en positionering van het voorstel in het wetenschapsveld

Nederlandse positie en landschap

In het voorstel wordt beschreven dat gebouwd wordt op een sterke Nederlandse kennispositie op het gebied van gassen, chemie en materialen. Het eerste slaat vooral op de Nederlandse industriële expertise op het gebied van infrastructuur voor transport en distributie van aardgas en industriële gassen, gecombineerd met een goede kennispositie op het gebied van systeemintegratie. Daarnaast onderschrijft NWO de sterke kennispositie op het gebied van chemie en materialen. Zowel binnen het materialenonderzoek als binnen de chemie is er de laatste jaren een steeds sterkere focus op opslag en conversie van (duurzame) energie en een opkomst van elektrochemie. Academische en industriële partijen in Nederland hebben een sterke basis op het gebied van de elektrochemische productie van waterstof en in de ontwikkeling van brandstofcellen. Dit alles wordt geïllustreerd in diverse strategische documenten[1]. Het kennisveld heeft de afgelopen vijf tot tien jaar impulsen gehad met diverse thematische NWO-programma's gericht op de thematiek uit het voorstel of daaraan gerelateerd via bredere onderwerpen binnen de energietransitie[2], recent zijn ook enkele grote projecten uit open calls van start gegaan, zoals RELEASE en E2CB[3]. Het voor dit voorstel relevante technische kennisveld heeft daarnaast geprofiteerd van het Sectorplan Natuur- en Scheikunde en het Sectorplan Bèta en Techniek. Deze versterking is terug te zien in specifieke profilering van de universiteiten en instituten op het gebied van waterstof, (elektrochemische) energieconversie en de energietransitie in het algemeen. Ook draagt NWO strategisch bij aan de doelstellingen van het voorstel via haar instituut voor fundamenteel energieonderzoek (DIFFER). Meerdere hogescholen zijn daarnaast actief op het gebied van de energietransitie waarbij de Hanzehogeschool en de HAN specifiek inzetten op praktijkgericht onderzoek rondom het waterstofecosysteem. TNO kent ook een sterke profilering op het gebied van waterstof en groene elektronen met onder andere Voltachem en het Faraday laboratorium. Waar het gaat om de maatschappelijke (of: niet-technische) aspecten die in het kader van de energietransitie spelen, is in Nederland tevens rijke expertise beschikbaar uit de volle breedte van de sociale en geesteswetenschappen. Onderzoekers bevinden zich geregeld op het snijvlak van thematiek en disciplines, bijvoorbeeld in de NWO-programma's rondom energiesysteemintegratie.

Op diverse punten mist een onderbouwing of verwijzing naar bronnen voor uitspraken over de Nederlandse positie, getallen en genoemde *state-of-the-art*, terwijl deze wel aanwezig is in eerdergenoemde strategische documenten[1].

Betrokken wetenschapsdisciplines

De aanvragers besteden expliciet aandacht aan de interdisciplinaire dimensie, zowel in het samenkomen van chemie en de hightech maakindustrie in de regionale clusters alsook in het werkpakket uit het R&D-programma dat zich specifiek richt op de niet-technische vraagstukken van het R&D-programma. Veel relevante of voor de hand liggende disciplines worden aangesproken, maar deze worden niet heel specifiek benoemd. Relevante universiteiten, instituten en hogescholen worden genoemd in de werkpakketten, maar het is niet duidelijk welke expertise precies waarvandaan moet komen en of deze partijen al betrokken zijn. Zeker bij het doorsnijdende werkpakket zit er ook kennis en expertise bij niet in het voorstel genoemde

---

[1] Onder andere: Adviesrapport Elektrochemische Conversie en Materialen, Nationale Agenda Materialen, Sectorbeelden voor bèta en techniek, visie van de NWO-werkgemeenschappen Chemical Conversion en Chemistry of Materials, whitepapers lectorenplatform LEVE, waterstofvisie kabinet, KIA Energietransitie en Duurzaamheid, NWA-route Energietransitie

[2] Towards BioSolar Cells; CO_2 Neutral Fuels; Solar to Products; Materials for Sustainability; NWA Opslag en Conversie; Tenure Track programma ECCM; ARC CBBC; Uncertainty Reduction in Smart Energy Systems; Systeemintegratie (3 calls); Transities & Gedrag; Maatschappelijke Aspecten van de Regionale Energietransitie.

[3] http://www.nwo-release.nl en https://nwo.nl/onderzoeksprogrammas/perspectief/perspectief-programmas/electrons-chemical-bonds-e2cb

partijen (Tilburg, Erasmus, …). Voor de meer chemisch getinte werkpakketten (4 t/m 6) zijn er ook nog relevante hogescholen die niet genoemd worden, maar wel in de regionale clusters aanwezig zijn. Samenvattend kan het voorstel goed bouwen op in Nederland beschikbare kennis en expertise. Daarnaast staan de voorgestelde open procedures het toe dat ook relevante partijen die nu niet genoemd worden in het voorstel toe kunnen treden tot de uiteindelijke consortia.

Internationaal

Op internationaal vlak presenteert het voorstel een overzicht van lopende en startende activiteiten op kennis en innovatie binnen Europa en benadrukt vooral het belang van nationale investeringen voor een goede positionering van Nederland in deze activiteiten (o.a. Sunergy, SPIRE, IPCEI-waterstof, Clean Hydrogen, P2X, Green Deal). Opvallende omissie bij het overzicht van Europese activiteiten is het Horizon Europe partnerschap Clean Energy Transition, dat ook integraliteit en systeemintegratie nastreeft. Het voorstel stelt als doel het vormen van sterke internationale samenwerkingsverbanden, met name gericht op het ARRRA-cluster, en zorgen voor een internationale afstemming en inbedding in Europese initiatieven. In de uitwerking van het voorstel moet het programmabestuur hierin een sterke rol hebben. Er worden twee concrete bilaterale samenwerkingen in ontwikkeling beschreven, met Duitsland en de VS.

NWO-instrumentarium

In het voorstel worden de mogelijkheden van het NWO-instrumentarium voor de ambities van het consortium op hoofdlijnen geadresseerd. De indieners geven aan dat er op dit moment geen ruimte is binnen het NWO-instrumentarium om langjarig met zekerheid op een specifiek onderwerp in te zetten. De meeste NWO-instrumenten[4] zijn inderdaad qua omvang alleen geschikt voor onderdelen van het beoogde R&D-programma en missen de mogelijkheid om over de volle breedte van het onderwerp en de gehele innovatieketen langjarig in te zetten. Een coherente thematische inzet is moeilijk voor elkaar te krijgen als elk individueel onderdeel in competitie verkregen moet worden. In het voorstel wordt al wel aansluiting gezocht met lopende activiteiten. In de uitrol van het programma moet aandacht blijven voor onderdelen die ook buiten het programma om gefinancierd kunnen worden, bijvoorbeeld een deel high-risk/high-gain fundamenteel onderzoek via reguliere NWO-instrumenten. Dit vraagt om voldoende programmatische aanpak en coördinatie om tot de meest effectieve inzet te komen. In het voorstel wordt de mogelijkheid geschetst voor een (virtueel) instituut, waarmee samenwerking en coördinatie stevig verankerd kunnen worden.

Onderzoeksactiviteiten

Groenvermogen zet in op drie onderdelen: (1) Opschaling, zijnde de realisatie van waterstofprojecten op serieuze schaal; (2) de coördinatie van kennisontwikkeling en innovatie langs zeven programmatische onderzoekslijnen; (3) *human capital*, ofwel de ontwikkeling (onderwijs/training) van toekomstige werknemers met de juiste kennis en competenties. Deze drie onderdelen staan niet los van elkaar, maar zijn met elkaar verbonden. Concrete uitgangspunten zijn zes bestaande regionale clusters. Hierin zijn alle partijen (onderzoek, onderwijs, bedrijfsleven) reeds aanwezig. Het streven is hier volwaardige, goed functionerende *learning communities* van te maken. De zes clusters worden dankzij het voorgestelde programma ook onderling verbonden in een nationaal platform voor uitwisseling en samenwerking. Dit *national hydrogen knowledge network* wordt geacht een cruciale rol op te pakken in het circuleren van de kennis vanuit het R&D-programma en vanuit de opschalingsprojecten. Op die manier versterken de onderdelen elkaar op logische en natuurlijke wijze.

Het R&D-programma richt zich op ontwikkeling van toegepaste kennis (TRL 6 en hoger) voor de opschalingsprojecten, en het ontwikkelen van meer fundamentele kennis van TRL 2/3 naar TRL 5/6 gericht op lange-termijn ontwikkeling en toepassingen van waterstof en groene chemie. Het doel is het wegnemen van technische risico's, ontwikkelen/ontsluiten van verdienmodellen en het bereiken van ketenintegratie. Welk

[4] Zie algemene oplegger voor een toelichting op enkele relevante NWO-instrumenten

type onderzoek (fundamenteel onderzoek, industrieel onderzoek, experimentele ontwikkeling) op welk onderwerp gebeurt, is maar deels uit de tekst van de werkpakketten te halen. Verder is het niet duidelijk hoe keuzes in de werkpakketten tot stand zijn gekomen. In hun antwoord op verduidelijkende vragen van NWO geven de aanvragers aan dat de verhouding niet vooraf vastgelegd is, maar ingevuld gaat worden door de betrokken partijen in de beoogde sandpit-procedures met een sterke regierol voor het programmabestuur. Op hoofdlijnen richten de eerste drie werkpakketten zich op directe uitdagingen uit de investeringspropositie, namelijk productie, opslag en transport, en toepassingen van waterstof. De volgende drie werkpakketten richten zich specifieker op toepassingen van waterstof en groene elektronen in de chemische industrie, vaak met een wat langere tijdshorizon. Hierbij is de indruk dat, zeker gedurende de looptijd van het programma, scherpere keuzes gemaakt moeten worden over wat wel en niet binnen de scope van het programma valt. Tenslotte richt het zevende werkpakket zich op doorsnijdende aspecten voor een koolstofneutrale waterstofwaardeketen; hier staat een systeemperspectief centraal en zal gekeken worden naar verdienmodellen, wet- en regelgeving, governance, maatschappelijk draagvlak, en veiligheid. De eerste drie werkpakketten lijken daarbij een focus op hoger TRL-niveau te hebben, terwijl werkpakketten 4 t/m 7 meer ruimte bieden voor fundamenteel en vernieuwend onderzoek. Op het gebied van stikstofhoudende verbindingen, onderdeel van werkpakket 5, zijn er bij NWO weinig onderzoeken gefinancierd, wat waarschijnlijk komt doordat de twee grootste bedrijven op dit onderwerp geen onderzoekslaboratoria hebben in Nederland en het onderzoek dat wel in Nederland gedaan wordt aan TO2 instellingen (WUR, TNO) plaatsvindt. Onderzoek naar veiligheid en het gebruik van waterstof in de energie-intensieve industrie, transportsector en gebouwde omgeving, zoals terugkomt in een aantal werkpakketten, is ook minder bekend bij NWO, dit zien we vooral terug bij de hogescholen en TO2-instellingen, en ligt over het algemeen op de hogere TRL-niveaus. In het algemeen sluit het R&D-programma goed aan bij de focus in de eerdergenoemde NWO-programma's en een recente analyse van het TKI Nieuw Gas van waterstofprojecten gefinancierd door RVO en de topsector Energie[5]. Het geheel is een logische verdeling van onderwerpen, waarmee er een brede kennisbasis wordt geborgd voor het waterstofecosysteem. De brede opzet en voorgestelde open procedure bieden voldoende kansen voor zowel ondersteuning richting opschaling als voor vernieuwend onderzoek. Zeker richting het einde van het voorgestelde programma is het raadzaam om te sturen op scherpere keuzes.

Doorsnijdende aspecten

Een sterk aspect van het voorstel is dat er apart aandacht is voor doorsnijdende aspecten en dat er in alle werkpakketten apart budget is voor deze doorsnijding, dit past bij de integrale visie die de aanvragers nastreven. De onderwerpen uit het doorsnijdende werkpakket komen echter niet altijd even duidelijk terug in de andere werkpakketten. Dit is iets wat in de verdere uitwerking extra aandacht vraagt. De dwarsdoorsnijdende maatschappelijke vraagstukken kunnen nog breder uitgewerkt worden, breder dan de beschreven socio-economische en juridische vraagstukken. Zo ontbreken bijvoorbeeld ethische en communicatievraagstukken, wat belangrijke aspecten zijn bij de genoemde maatschappelijke participatie, draagvlak en acceptatie. Met het detailniveau waarop werkpakket 7 nu staat uitgeschreven wordt in het R&D-programma te weinig vrijheid geboden aan onderzoekers om integrale onderzoeksprojecten te ontwerpen. Interdisciplinaire samenwerking dient in de governance van het voorstel gecoördineerd en geborgd te worden; er kan niet vanuit gegaan worden dat dit vanzelfsprekend plaatsvindt. Resumerend, de aandacht voor de doorsnijdende aspecten is een van de sterke punten van dit voorstel, maar vraagt in de uitwerking extra aandacht.

Impact op het onderzoeksveld

De voorgestelde investering zal naar verwachting voor een structurele versterking van het onderzoeksveld zorgen doordat qua financiering van de onderzoeksactiviteiten er niet alleen ingezet wordt op het verwerven van tijdelijke onderzoeksposities, maar ook op waardevolle, strategische infrastructuur en vaste

[5] https://www.topsectorenergie.nl/nieuws/tki-nieuw-gas-publiceert-innovatieanalyse-van-8-jaar-subsidie-voor-waterstofprojecten

wetenschappelijke staf. Daarnaast wordt er expliciet ingezet op het leggen van sterke verbindingen binnen het R&D-programma en tussen de regionale clusters (o.a. via learning communities, zie de volgende sectie van dit advies). Zoals de indieners aangeven heeft het bredere veld waar dit voorstel zich voor een groot deel op richt in de afgelopen jaren flinke impulsen gekregen via de sectorplannen. Deze impact hebben de kennisinstellingen goed weten op te vangen en heeft de basis van het onderzoek zeker versterkt. De verwachting is dat er voor de gevraagde impuls van het groeifonds voldoende absorptiecapaciteit is in de betreffende onderzoeksgroepen.

b) Positionering van het voorstel in het kennisgebruikersveld

Gebruikers

In het voorstel worden diverse gebruikers genoemd, kennisinstellingen (wo, hbo, TO2), bedrijven uit de productieketen, maakindustrie en eindgebruikers van waterstof en groene elektronen, en diverse publieke en private organisaties op het gebied van regelgeving, veiligheid, milieu, modellering en standaardisering. De bedrijven die genoemd worden zijn ook de bedrijven die bij NWO bekend zijn uit gerelateerde NWO-programma's en geven een goede weerspiegeling van het brede veld. Aan de andere kant ontbreken er bijvoorbeeld in werkpakket 3 voor de hand liggende eindgebruikers uit de spoorsector, scheepvaart en wegtransport en is het een uitdaging om de hightech sector goed aan te sluiten. Het wordt uit het voorstel niet duidelijk welke partijen al direct betrokken zijn bij het R&D-programma, maar er is wel sprake van een duidelijke interesse bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven, alsook bij de ministeries EZK, I&W en Defensie. De partijen hebben een goede historie wat betreft investeren in de kennisbasis, zo hebben Shell, Nouryon en TataSteel samen met NWO nieuwe onderzoeksposities gecreëerd op het gebied van elektrochemie met het ECCM tenure-trackprogramma. Voor de opschalingsregelingen worden ongeveer 30 concrete pilot-, demo- en opschalingsprojecten genoemd. In het voorstel worden ook zes bestaande en opkomende regionale clusters beschreven. Concrete support voor het voorstel, de ambities en een breder nationaal waterstofprogramma is in december 2020 vastgelegd in een gezamenlijke verklaring[6] door de betrokken topsectoren Energie, Chemie en HTSM, en vertegenwoordiging uit de betrokken sectoren en de kennissector. Dit tezamen schetst potentie voor een sterk nationaal waterstofnetwerk. Uit het antwoord op de vragen van het CPB wordt duidelijk dat de investeringsbereidheid blijkt uit deze gezamenlijke verklaring en private interesse in eerdere kleinschaligere R&D-tenders bij NWO en RVO.

In het R&D programma mist wel het perspectief van burgers en burgercollectieven en bijvoorbeeld gemeenten en provincies. Deze partijen spelen een grote rol bij de implementatie van de energietransitie op lokaal niveau, en hun deelname en betrokkenheid in de onderzoeksprojecten is daarom belangrijk. Draagvlak, in ieder geval onderdeel van werkpakket 7, vraagt om het expliciet betrekken van het perspectief van de burger of consument, iets wat ook onderschreven wordt in het recente Rli rapport over waterstof[7]. Provincies en gemeenten zijn wel vertegenwoordigd in de genoemde regionale clusters en enkele van de geïnventariseerde potentiele opschalingsprojecten.

Impact op het kennisgebruikersveld

Een sterk punt van het voorstel is de verankering van het op te zetten waterstofecosysteem in regionale clusters en bijbehorende learning communities. Hiermee kan kennisuitwisseling optimaal en duurzaam gestimuleerd worden. Binnen de inzet voor het kennisecosysteem besteedt het voorstel expliciet aandacht aan human capital langs drie doelen: (1) learning communities; (2) een nationaal platform; en (3) nationale coördinatie op benodigde leer- en opleidingstrajecten. Deze doelen zullen nog een verdere detaillering krijgen

[6] https://www.co2neutraalin2050.nl/eerste-bestuurlijke-rondetafel-waterstof-en-groene-chemie-zet-de-ambities-op-scherp/
[7] https://www.rli.nl/publicaties/2021/advies/waterstof-de-ontbrekende-schakel

in een later te publiceren Human Capital Agenda 'waterstof en groene chemie'. Hiermee kunnen bestaande samenwerkingsverbanden zich tot goed functionerende learning communities doorontwikkelen. De aanpak sluit goed aan op de roadmap voor Human Capital van de topsectoren en de manier waarop NWO inzet op human capital[8]. Het positioneren van learning communities waarin leren, innoveren en werken dicht op elkaar wordt georganiseerd geeft een positieve impuls aan het innovatie-ecosysteem. Hogescholen, als schakel tussen mbo en wo, zijn bij uitstek geschikt om een sleutelrol te vervullen in het organiseren en verder ontwikkelen van learning communities. In de regionale clusters die in het voorstel worden genoemd, is het hbo ook prominent vertegenwoordigd. Met een dergelijke grote inzet op learning communities, is het interessant om ook aansluiting te zoeken bij fundamentele onderzoekstrajecten naar de mechanismen van succesvolle learning communities en human capital in het algemeen[9].

Naast aansluiting bij de Kennis- en Innovatieagenda (KIA) Energietransitie & Duurzaamheid, die duidelijk benoemd wordt in het voorstel, sluit ook de KIA Maatschappelijk Verdienvermogen aan op de in het voorstel beoogde werkwijze. Deze verbinding wordt nog niet gemaakt in het voorstel. Deze KIA heeft als doelstelling het oplossen van maatschappelijke uitdagingen en gelijktijdig versterken van het verdienvermogen. Daarbij staat versnelling van opschaling van innovatie centraal, en wordt net als in dit voorstel een gebiedsgerichte aanpak gevolgd.

Een punt van aandacht zijn de kansen voor nieuwe partijen. Het investeringsprogramma trekt vooral gevestigde, kapitaalkrachtige partijen; in antwoord op vragen van de EZK Stafdirectie geven de aanvragers aan dat de kansen voor nieuwkomers[10] (de (hightech) maakindustrie, diverse mkb-partijen en innovatieve start-ups) vooral in het R&D-programma zitten. Het voorstel noemt ook de extra kansen voor start-ups door de toegenomen marktvraag, ondersteund door de analyse van Roland Berger in de bijlage van het voorstel. Het is de vraag of dit verdere stimulering vraagt binnen de uitvoering van het programma, gezien de ambitieuze tijdslijn voor opschaling die in het voorstel geschetst wordt - sneller dan die van wind- en zonne-energie de afgelopen 30 jaar. RVO kan deze noodzaak tot stimulering beter duiden. Een mogelijke aanvulling zou het oprichten van een speciaal investeringsfonds zijn, analoog aan wat de afgelopen jaren in de thematische technology transfer regeling gedaan werd.

c) Programmatische samenhang van het voorstel

Governance programma

De voorgestelde organisatiestructuur bestaat uit drie lagen, een fulltime programmabestuur, een brede schil van commissies met de uitvoerders van het programma, en twee adviescommissies die adviseren over de (inter)nationale context. NWO onderschrijft het belang van dergelijke onafhankelijke adviescommissies. De governance is erop gericht om samenhang tussen de verschillende activiteiten binnen het voorstel te bewerkstelligen. Het is goed dat dit zowel langs de programmalijnen als langs de regionale doorsnijding gebeurt. Daarmee wordt voorkomen dat er onvoldoende verbinding is tussen de activiteiten op verschillende TRL's. Er wordt een driekoppig fulltime bestuur voorgesteld, wat goed te verantwoorden is, gezien de afstemmingsopgave die in het voorstel wordt toegelicht. Het mandaat van het bestuur moet duidelijk zijn en door de betrokken partijen, inclusief de overheid, erkend worden. Zo beoogt het voorstel zelfs een centrale rol voor het bestuur in het nationale waterstofprogramma in het kader van het klimaatakkoord. De veelheid aan commissies, en daarbij de hoeveelheid combinaties van commissies en/of bestuur in de overlegstructuur, zal sterk management vereisen, maar kan een goede balans tussen afstemming en daadkracht creëren. Dit vraagt

[8] Binnen de NWO inzet voor het Kennis- en Innovatieconvenant is specifiek aandacht voor human capital en learning communities in het bijzonder, te weten binnen de thematische, missiegedreven calls, via het instrumentarium van regieorgaan SIA en in specifieke calls gericht op kennisontwikkeling rondom o.a. learning communities.
[9] Bijvoorbeeld deze NWO-call voor Maatschappelijk Verdienvermogen: https://www.nwo.nl/calls/missiegedreven-innovatiesystemen-een-regionale-context-een-kennisbasis-voor-maatschappelijk
[10] https://www.fme.nl/elektrolysers-kansen-voor-de-nederlandse-maakindustrie

om een zorgvuldige selectie van het bestuur, wat in het voorstel benadrukt wordt. Het is op basis van het voorstel nog niet helemaal duidelijk wat het mandaat van de verschillende commissies wordt richting de diverse projecten. In de kern vindt er afstemming en kennisuitwisseling plaats via deze commissies. Een aandachtspunt dat in het voorstel benoemd wordt is het aansluiten bij bestaande georganiseerde kennis en governance. Het is raadzaam om het bestuur te ondersteunen met een stevig programmabureau, om de beoogde synergie en samenhang in het programma actief op te pakken, inclusief aandacht voor kennisdialoog en communicatie. Dit zal niet als vanzelf bottom-up tot stand komen in het R&D-programma.

Samenhang programmaonderdelen

De verschillende onderdelen van het voorstel worden in heldere samenhang gepresenteerd en er zijn meerdere mechanismes ingebouwd die zorgen voor productieve interacties en afstemming tussen de verschillende onderdelen. Zo zorgen de regionale clustering in combinatie met de human capital activiteiten voor een verbinding tussen de opschalings- en R&D-activiteiten. Daarnaast benoemt het voorstel specifiek de uitwisseling tussen het R&D-programma en het investeringsprogramma. Het succes van deze mechanismes hangt in sterke mate af van hoe het verder uitgewerkt wordt. Er wordt bijvoorbeeld benoemd dat het programmabestuur kan adviseren de criteria voor de opschalingstenders aan te passen op basis van nieuwe inzichten uit het R&D-programma. Daar komt wel bij dat de investeringen vroeg in het programma gedaan worden, wanneer er mogelijk nog weinig uitkomsten uit het R&D-programma zijn. In een later stadium kan het R&D-programma richting geven aan mogelijke nieuwe investeringen buiten dit Groeifondsvoorstel. Hier dient ook in de laatste fase van het R&D-programma rekening mee gehouden te worden, zodat er voor afronding voldoende tijd is om onderzoeksresultaten daadwerkelijk tot implementatie te laten komen binnen het programma en eventuele opvolgers.

De ambitie van het programma is duidelijk: een brede basis leggen voor een hoogwaardig kennisecosysteem met een integrale aanpak op onderwerpen uit de hele keten, zowel korte als lange termijn. De integrale aanpak en dan met name het doorsnijdende aspect komt niet heel sterk naar voren in de detailbeschrijvingen van de verschillende werkpakketten in de bijlages, terwijl dit wel te lezen valt in de samenvattingen in het voorstel zelf. De werkpakketten staan redelijk op zichzelf met minimale verwijzingen over en weer. De belangrijkste verbindingen moeten binnen de werkpakketten zelf plaatsvinden tussen de consortiumpartners en de deelopgaven. Opvallend is bijvoorbeeld dat er in werkpakket 5 sprake is van waterstofproductie uit biomassa, terwijl dat in werkpakket 1, over de productie van waterstof, niet terugkomt. Het is aan te bevelen om in het subsidie-instrument voor het R&D-programma aandacht te hebben voor verbindingen tussen de werkpakketten, zeker waar synergie of versterking mogelijk is, en ook waar een deliverable van het ene werkpakket input is voor het andere. Daarnaast is het een grote uitdaging hoe het doorsnijdende werkpakket aan de ene kant een coherent pakket moet vormen en aan de andere kant op een heldere en relevante manier moet terugkomen in de andere werkpakketten.

Fasering

De fasering van het R&D-programma en de investeringstenders is op hoofdlijnen beschreven in het voorstel. De investeringstenders zetten eerst in op de eerste waterstofprojecten, gevolgd door de 100 MW tenders en toepassingen in de latere fases. Hierbij zit telkens een overlap met de volgende fase. Dit is een logische opbouw, met eerst kleinere projecten gericht op regionale waterstofketens, vervolgens grootschalige productie en daarna grootschalige toepassingen. In de budgetten van het R&D-programma zit een beperkte fasering, alle lijnen kennen een opstart in het eerste jaar, de inzet op human capital concentreert zich op de eerste vijf jaar en ook het budget van het werkpakket voor de doorsnijdende aspecten is hoger in de eerste jaren. Het R&D-programma is erop gericht om een solide basis te leggen, maar gezien de beoogde sterke samenhang met de investeringslijn zou hier ook een gefaseerde inzet langs de investeringstenders gepast zijn. Veel hangt nog af van de gedetailleerde invulling van de programmalijnen; het budget per jaar zegt weinig over specifieke activiteiten en kosten en hoe deze relateren aan de fasering van het programma.

Kwaliteit consortium en beoogde samenwerking

Het voorstel beoogt de vorming van consortia door middel van een subsidieprogramma voor het R&D-programma. Er is op dit moment nog niet direct sprake van een consortium waarvan de kwaliteit kan worden ingeschat, er worden alleen mogelijke partners genoemd. Er wordt duidelijk voortgebouwd op ervaringen uit bestaande regionale en nationale samenwerkingsverbanden, en de netwerken van de betrokken topsectoren. Zoals eerder gemeld kent Nederland een uitstekende kennisbasis en is de Nederlandse wetenschap vooraanstaand op het gebied van chemie, materialen en systeemintegratie. Illustratief voor de kwaliteit van de consortia en het organisatievermogen zijn de partijen verenigd in het ECCM-platform, waaronder de afgelopen jaren een breed scala aan activiteiten is gehonoreerd en gestart de afgelopen jaren. RELEASE, een groot project uit de NWO cross-over call[11] is hierbij een goed voorbeeld waar het veld erin geslaagd is om een sterke interdisciplinaire samenwerking van hoge kwaliteit op te zetten.

Sandpit-procedures

Het voorstel wil het R&D-programma over de breedte van de innovatieketen uitzetten via sandpit-procedures[12] uit te voeren door NWO en RVO. NWO heeft de afgelopen jaren ervaring opgedaan met deze financieringsmethode, onder andere binnen de Nationale Wetenschapsagenda en bij WOTRO. Een sandpit is erop gericht om onverwachte verbindingen mogelijk te maken en om ruimte te creëren voor vernieuwende keuzes en oplossingen. Deelnemers worden geselecteerd op expertise en komen gezamenlijk tot creatieve, innovatieve oplossingen. Een klassieke sandpit-procedure lijkt minder geschikt voor het financieren van het R&D-programma, aangezien er al een vrij uitgewerkte agenda ligt met specifieke activiteiten. Dit strookt niet met de vrijheid die een sandpit kenmerkt, waarbij vaak alleen met een duidelijke doelstelling gewerkt wordt. Het zou krachtiger zijn om duidelijke doelstellingen (missies) te formuleren voor de werkpakketten als basis voor de sandpits, zoals de samenvattingen van de werkpakketten in het voorstel zelf. In de bijlage lijken sommige delen van de werkpakketten al dermate uitgewerkt dat het project en het consortium al klaar staan om te beginnen (bijvoorbeeld het Brightsite electrification program, p. 61).

Het voorstel heeft de ambitie om het R&D-programma via een balans van samenhang, strategie en competitie tot stand te brengen over de gehele keten, waarbij er in het proces een gedeelde ambitie ontstaat – een wij-gevoel en gevoel van eigenaarschap. Een dergelijke aanpak en de voorgestelde governance met actieve sturing op samenwerking en interactie geeft het vertrouwen dat hier stevige samenwerkingsrelaties zullen ontstaan tussen verschillende wetenschapsvelden en over de gehele keten.

Het zou goed zijn om samen met NWO, RVO en het te vormen programmabestuur te verkennen de beoogde sandpit-procedures vormgegeven kunnen worden, waarbij elementen uit de klassieke sandpit-procedure en het reguliere instrumentarium van NWO en RVO gecombineerd kunnen worden. Specifieke aandachtspunten zijn daarbij: (1) formuleren van scherpe doelstellingen; (2) betrekken van de relevante partijen en disciplines, inclusief partijen die gedurende de looptijd van het programma deelnemen aan de opschalingstenders; (3) borgen van verbindingen en afhankelijkheden binnen en tussen de werkpakketten, in het bijzonder de doorsnijdende aspecten; (4) aandacht voor balans en machtsposities – expertise versus inbreng (cofinancierings)middelen. Een instrument als dit kan ook in bredere zin interessant zijn voor het nieuwe missiegedreven topsectoren- en innovatiebeleid om de nu versnipperde inzet over de keten te verbinden.

[11] De cross-over call was een eenmalige call voor grote publiek-private samenwerkingen (tussen 7 en 15 M€), RELEASE was één van de vijf gehonoreerde projecten: https://www.nwo.nl/nieuws/vijf-grote-interdisciplinaire-consortia-versterken-kennis-en-innovatie-nederland

[12] Zie voor een toelichting bijvoorbeeld deze uitleg van de EPSRC, een funder uit de UK: https://epsrc.ukri.org/funding/applicationprocess/routes/network/ideas/whatisasandpit

d) Realiseerbaarheid en haalbaarheid van de R&D doelen

Kennisbasis en technologische ontwikkeling

Zoals eerder in dit advies aangegeven kent Nederland een sterke en groeiende wetenschappelijke kennisbasis rondom waterstof en groene chemie als het gaat om chemie en materialen, maar ook wat betreft de sociaal-economische aspecten van de energietransitie. NWO stelt een toenemende verbinding van technisch en niet-technisch onderzoek vast, geclusterd in maatschappelijke thema's; zo zet de NWA-route Energietransitie nadrukkelijk in op een integrale aanpak. Een vergelijkbare ontwikkeling signaleren de indieners ook op Europees niveau met een groeiende focus op keten- en systeembenaderingen. Nederland was een van de eerste landen met onderzoeksprogramma's op het gebied van systeemintegratie. Dit zijn bewegingen die NWO ook stimuleert met financieringsinstrumenten binnen de Nationale Wetenschapsagenda en het Kennis- en Innovatieconvenant. De ambitie van het voorstel om te komen met substantiële, interdisciplinaire onderzoeksprogramma's geeft vertrouwen in een duurzame investering in een structureel kennisecosysteem. Het voorstel geeft hierbij aan te kunnen bouwen op bestaande sterke verbindingen tussen universiteiten, hogescholen, TO2 en industrie, geïllustreerd door de al bestaande regionale clusters.

In het voorstel wordt duidelijk gemaakt dat de technologische ontwikkeling ver genoeg is om over te gaan naar opschaling om te komen tot kostenreductie (schaalvoordeel, maar ook industrialisering en standaardisering in de leveringsketen). Dit wordt onderstreept door een lijst van concrete potentiële opschalingsprojecten. Dat betekent niet dat de technologieën uitontwikkeld zijn; in het R&D-programma wordt aandacht besteed aan de specifieke uitdagingen voor alle facetten van het ecosysteem van waterstof en groene chemie. In het voorstel wordt beargumenteerd dat Nederland een uitstekende uitgangspositie heeft met de reeds aanwezige infrastructuur voor gassen, het grote ontwikkelpotentieel voor wind op de Noordzee, de sterke chemie- en energieclusters en hightech maakindustrie, en de sterke kennispositie. Dit zijn de benodigde ingrediënten voor het uiteindelijke structurele doel van het programma, het neerzetten van een sterk en flexibel waterstofecosysteem dat goed kan inspelen op de markt. Dat wil zeggen, een systeem met voldoende flexibiliteit om in te kunnen zetten op productie en toepassing in Nederland, maar ook op export van kennis en technologie.

Van kennis naar toepassing

In algemene zin zit er veel potentie in het betrekken van diverse partijen in de governance en de voorgestelde aanpak van het voorstel (sandpits), maar deze belofte moet wel in de praktijk ingelost worden. Interactie moet plaatsvinden op verschillende niveaus, in de eerste plaats binnen de regionale clusters, maar ook tussen de investeringsprojecten onderling en tussen de investeringsprojecten en het R&D-programma. Het is de bedoeling dat over en weer kennis gedeeld wordt, dat consortia uit het R&D-programma toegang krijgen tot de opschalingsprojecten en dat de bedrijven uit de opschalingsprojecten deelnemen aan het R&D-programma. Hoe dit precies gaat werken is niet in detail uitgewerkt in het voorstel. Het programmabestuur krijgt het mandaat om te sturen op de samenwerking tussen de verschillende onderdelen. Zoals eerder gezegd staat of valt die sturing wel bij het erkennen van dit mandaat. Op verduidelijkende vragen geven de aanvragers aan dat het programmabestuur een sterke regierol zal krijgen in het opzetten van het R&D-programma, door zwaarwegend advies uit te brengen aan EZK over de vorm en inhoud van de procedures. Verder zal het delen van bruikbare kennis en ervaring opgenomen worden in de criteria van de drie opschalingstenders. Daarnaast wordt benoemd dat afstemming met bestaande organisaties en activiteiten van groot belang is. Dit gaat dan bijvoorbeeld om het ECCM-platform. Hierbij zou ook aangesloten moeten worden op initiatieven rondom systeemintegratie en de sociale aspecten van de energietransitie, die nu niet genoemd worden in het voorstel. Gezien de timing van de verschillende instrumenten is het raadzaam om een mechanisme in te bouwen waarmee partijen in verschillende fasen van het R&D-programma kunnen in- en uitstromen. In een aantal gevallen zullen private partijen moeten instappen in het R&D-programma voordat een subsidie voor opschaling is gegund.

Risico's

In de voorgestelde governance is het programmabestuur verantwoordelijk voor risicomanagement. Een risicoanalyse wordt in het voorstel benoemd, maar niet uitgebreid beschreven. Benoemd risico is een gefragmenteerde aanpak, hiervoor wordt in de governance ingezet op verbinding tussen de verschillende actoren in het programma op de verschillende niveaus. Daarnaast wordt ingegaan op de risicobeheersing voor het rijk, met name gericht op het investeringsdeel van het voorstel en scenario's voor de ontwikkeling van de onrendabele top in de waterstofprojecten. Voor de uitwerking van de risicoanalyse adviseert NWO ook rekening te houden met operationele aspecten van het R&D-programma, inclusief verbindingen tussen de werkpakketten, en speciale aandacht te hebben voor de risico's rondom het aantrekken en behouden van talent via het human capital deel van het programma. Dit laatste wordt kort benoemd in een van de werkpakketten als een *'war on talent'*, iets wat meer aandacht verdient, gezien de in het voorstel geschetste snelle ontwikkelingen in onze buurlanden en het algemeen tekort aan technisch en natuurwetenschappelijk opgeleide mensen. Op navraag geven de aanvragers aan dat de risicoanalyse doorlopende aandacht zal hebben tijdens de uitvoer en een van de eerste taken zal zijn van het programmabestuur. Tijdens de eerdergenoemde bestuurlijke ronde tafel met CEO's uit bedrijfsleven en bestuurders uit de kenniswereld is er via een SWOT-analyse een eerste aanzet gemaakt voor een dynamische risico-inventaris (risico's én kansen) en deze zullen voor de zomer aan EZK en het toekomstige programmabestuur aangeboden worden. De aanvragers verwachten hiermee aldus een vliegende start te maken.

Er wordt in het voorstel een beperkt aantal go/no-go momenten benoemd. De sturing die beoogd wordt met de governance vraagt om meer evaluatie dan nu geschetst wordt. Op verduidelijkende vragen geven de aanvragers aan dat de voortgang van de diverse onderdelen regelmatig in de verschillende commissies besproken zal worden en dat het programmabestuur op basis hiervan kan bijsturen, bijvoorbeeld door te adviseren over verschuiving van middelen. Ze stellen verder voor de middelen voor het R&D-programma gefaseerd (in twee of drie fasen) uit te zetten, zodat bijsturing mogelijk is. Sowieso zal er jaarlijks gerapporteerd worden aan EZK over de voortgang op basis van mijlpalen die afgeleid zijn van de 2030 en 2050 doelen uit het klimaatakkoord. Op basis van onze ervaringen met grote samenwerkingsverbanden adviseren wij om ook formele evaluatiemomenten in te bouwen, dit zorgt ervoor dat eventuele moeilijke keuzes door het programmabestuur in de faseringen onderbouwd kunnen worden met onafhankelijke adviezen.

Geraadpleegde bronnen

1. Beantwoording vragen NWO, CPB, SEO en Stafdirectie EZK;
2. NWO-projectendatabase;
3. Overige documenten aangegeven met voetnoten in het advies.

Advies over voorstel Quantumdelta Nederland

Hoofdstuk 1: Algeheel Oordeel

Samenvatting

QuantumdeltaNL heeft tot doel om nationaal meer samenhang en focus aan te brengen in het quantumtechnologie-onderzoek. Het zet in op drie belangrijke onderzoekslijnen: Quantum Computing, Quantum Internet en Quantum Sensors. Het wil investeren in hiervoor essentiële hightech cleanroom-infrastructuur en wil effectieve gerelateerde activiteiten opzetten voor het kunnen uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek, de ontwikkeling van het kennisecosysteem en marktcreatie, talentontwikkeling en aandacht voor maatschappelijke impact.

Sterke punten en kansen

- Het Nederlandse wetenschappelijke quantumtechnologie-onderzoek is van uitmuntende kwaliteit.
- De samenwerking en focus in Nederland op het gebied van quantumtechnologie wordt versterkt door het voorstel. De ontwikkeling van een 'muurloos ecosysteem' is een stimulerende manier om een impuls te geven aan de ontwikkeling van quantumtechnologie en deze breed toegankelijk te maken voor kennisontwikkelende partners.
- Het voorstel is belangrijk voor de ontwikkeling van de hightechindustrie in Nederland en biedt een kans om dit via start-ups een impuls te geven. Het beoogde aantal start-ups is erg ambitieus.
- Het voorstel wordt gedragen door een stevig consortium. Alle belangrijke wetenschappelijke spelers op het terrein van quantumtechnologie in Nederland zijn betrokken.
- QuTech is met focus en massa en internationale kracht de kern van het consortium en enkele grote - internationale - bedrijven zijn via deelnemende partners betrokken. Er is bovendien veel steun vanuit Nederlandse bedrijven, inclusief mkb, lokale overheden en kennis- en innovatieorganisaties.
- De oprichting van het House of Quantum als hotspot genereert aantrekkingskracht voor toponderzoekers, getalenteerde engineers en bedrijven.
- De investering in hightech - internationaal concurrerende - cleanroom-infrastructuur is essentieel voor de ontwikkeling van quantumtechnologie, en heeft ook brede uitstraling naar en meerwaarde voor aanpalende vakgebieden.
- De midterm review maakt het mogelijk om de uitvoering van het programma te kunnen sturen op basis van behaalde resultaten en verdere (inter)nationale ontwikkelingen; hierbij is een goede monitoring van de realisatie van het programma belangrijk.

Aandachtspunten en bedreigingen

- Het Nederlandse bedrijfsleven, inclusief mkb, is nog onvoldoende aangehaakt, dit moet sterker zodat ook in Nederland nieuwe bedrijvigheid in de sector wordt gecreëerd.
- Bedrijven (inclusief mkb) en maatschappelijke partners moeten beter betrokken worden bij de technologieontwikkeling.
- De samenstelling van het nieuwe stichtingsbestuur en de toezichthoudende organen moet beter de breedte van de relevante partijen voor het quantumtechnologie-veld gaan representeren, met deelname

van experts uit verschillende onderzoeksdisciplines en vertegenwoordigers van bedrijven en maatschappelijke partners.

- Onderzoekers uit de breedte van de wetenschapsdisciplines moeten van meet af aan betrokken worden bij de verdere uitwerking en uitvoering van het programma, dat is tot nu toe te beperkt gebeurd. Een vroegtijdige bijdrage uit deze disciplines is nodig om te zorgen voor een inclusieve en maatschappelijke verantwoorde en geaccepteerde ontwikkeling en toepassing van quantumtechnologie. Hierbij kan gebouwd worden op een hoogwaardig aanbod in Nederland van sociaal en geesteswetenschappelijk onderzoek.
- De Nederlandse positie in de onderzoekslijn KAT-3, Quantum Sensors, is nog niet sterk.
- De rol en positie van de partners naast QuTech moeten duidelijker en sterker worden.
- Het aantal genoemde wetenschappelijke onderzoeksopties, en de daarvoor benodigde aantallen Principal Investigators (PI's) is groot; deze moeten daadwerkelijk gevonden en door het veld geabsorbeerd kunnen worden. Bovendien moet ook worden voorzien in een solide -toekomstbestendige - financiering van deze posities.

Conclusie

QuantumdeltaNL is een goed en coherent Nederland-breed programma dat inzet op de relevante onderwerpen. Het bouwt voort op het in Nederland aanwezige internationaal toonaangevende onderzoek met een sterk en breed consortium. Het organisatiemodel heeft grote potentie. Aandachtspunten zijn de betrokkenheid van het - Nederlandse - bedrijfsleven (inclusief het mkb) en de maatschappelijke partners, én het krachtig inzetten op interdisciplinariteit bij het verder uitwerken en het uitvoeren van het programma.

Hoofdstuk 2: Analyse

a) Onderzoeksactiviteiten en positionering van het voorstel in het wetenschapsveld.

Nederlandse positie

Het voorstel is ingediend door een consortium waarin de belangrijkste wetenschappelijke spelers in Nederland op het gebied van quantumtechnologie zijn vertegenwoordigd. In grote lijnen hetzelfde consortium bood in 2019 de Nationale Quantum Agenda aan de staatssecretaris van EZK aan. Dit voorstel kan gezien worden als onderdeel van de implementatie van deze agenda.

De Nederlandse wetenschappelijke positie in quantumtechnologie is internationaal vooraanstaand en deze sterke basis is één van de sterkste punten van dit voorstel. Het voorstel bouwt logisch voort op de excellente - wetenschappelijke - positie die Nederland verworven heeft, dankzij jarenlange gerichte inzet op dit onderwerp. Voorbeelden van deze inzet zijn de oprichting van QuTech in 2014 door TU Delft en TNO, met langjarige steun van het toenmalige FOM en STW (nu beide onderdeel van NWO) en de oprichting van QuSoft in 2015 door CWI, UvA en VU. Deze sterke kennispositie is bovendien niet alleen fundamenteel wetenschappelijk van aard, maar is ook gebaseerd op langjarige, duurzame samenwerkingen met enkele grote private partijen.

QuTech neemt een prominente rol in binnen het voorstel, wat ook zinvol en terecht lijkt te zijn. Niet alleen is dit veruit de grootste partner, maar het wetenschappelijk aanzien van QuTech is wereldwijd uitstekend – de samenwerking met partijen als Intel en Microsoft, die over de hele wereld een select aantal partners gekozen hebben om mee samen te werken aan fundamenteel onderzoek, is hier een voorbeeld van. Dit is ook bevestigd door de recente externe evaluatie van QuTech volgens het Standaard Evaluatie Protocol (www.vsnu.nl/sep), waarin QuTech op alle criteria (wetenschappelijk onderzoek, maatschappelijke relevantie, levensvatbaarheid) als excellent beoordeeld werd.

Op quantumsoftware-gebied is QuSoft aangehaakt. Dit instituut heeft internationaal een uitstekende naam en voegt met SURFsara, het CWI en de bankenwereld een belangrijk netwerk toe aan het consortium. Het vakgebied is in sterke mate multidisciplinair (overlap van informatica, wiskunde en natuurkunde) en dat maakt een instituut gespecialiseerd in dit onderwerp een belangrijk onderdeel van dit consortium. Ook de kwaliteit van de drie andere quantumhubs - Leiden, Eindhoven en Enschede - is stevig. Binnen dit voorstel liggen er kansen om de nationale samenwerking tussen de verschillende hubs uit te breiden en significant meer massa te geven.

Voorgestelde onderzoeksactiviteiten

Het voorstel zet in op drie thema's: KAT-1 (Quantum Computing), KAT-2 (Quantum Internet) en KAT-3 (Quantum Sensors). Op de onderzoekslijnen KAT-1 en -2 is de Nederlandse positie zeer sterk: de onderzoeksgemeenschap is groot en divers, en er zijn al veel samenwerkingen met andere publieke en private partijen. Het doel dat in KAT-1 wordt nagestreefd (Quantum Computing) is niet uniek. IBM heeft een vergelijkbaar (en misschien verder gevorderd) project. Ook aan KAT-2 gerelateerde projecten lopen elders. Echter, het opbouwen van deze infrastructuur is waardevol en is essentieel om op hoog niveau mee te blijven doen, zowel op wetenschappelijk terrein als voor het aanhaken van het Nederlandse bedrijfsleven bij deze ontwikkelingen. Voor KAT-3 is de Nederlandse positie op dit ogenblik minder sterk en zijn veel minder groepen actief.

De opzet en werkwijze van de onderdelen KAT-1 en KAT-2 is in het voorstel sterk interdisciplinair - binnen de bèta en technische disciplines én in de kennisketen - en waar het de samenwerking tussen quantum-onderzoekers en bedrijven betreft. Funderend onderzoek naar bijvoorbeeld quantum computing wordt uitgevoerd in samenwerking met grote bedrijven en TNO, die kennis hebben - en inbrengen - over produceerbaarheid van samples waarop de onderzoekers hun metingen uitvoeren. Ook de ontwikkeling van de quantum algoritmen en software loopt parallel met de technologische ontwikkelingen. Deze aanpak is

tamelijk uniek in de wereld, en zou moeten zorgen voor een veel snellere time-to-market vanaf het moment dat de werking van een technologie op fundamenteel niveau is aangetoond. De bredere interdisciplinaire samenwerking, tussen de alfa-bèta-gamma disciplines, waardoor van meet af aan verbinding tussen technologie en samenleving tot stand komt, heeft echter meer aandacht nodig en vraagt om verankering in de onderzoeksprogrammering.

Daarnaast zet het voorstel in op vier actielijnen, die relevant zijn om de onderzoekslijnen - en quantumtechnologie in de breedte - verder kunnen te ontwikkelen en ook tot toepassing te brengen: 1) Onderzoek en Innovatie; 2) Ecosysteemontwikkeling, marktcreatie en mkb; 3) Talentontwikkeling, educatie, kennis en vaardigheden; 4) Maatschappelijke impact van quantumtechnologie.

Tevens wordt geïnvesteerd in relevante hightech cleanroom-infrastructuur van NanoLabNL. Het state-of-the-art houden hiervan op internationaal concurrerend niveau is essentieel voor het kunnen uitvoeren van het internationaal toonaangevende onderzoek waarop in het voorstel wordt ingezet.

Samenwerking

Het voorstel beoogt meer nationale samenhang te brengen in het quantum-onderzoek, het zet hierbij in op enkele specifiek gekozen thema's. Verschillende partners van het consortium werken op diverse programma's onderling al samen; met dit voorstel wordt de versnippering in het veld teruggebracht. De grootste partners uit het consortium hebben in 2017 het Zwaartekracht programma Quantum Software Consortium - dat doorloopt tot 2027 - gehonoreerd gekregen, hierin is dus ook al samenwerking gerealiseerd. De aansluiting bij andere lopende quantumtechnologie-programma's is niet duidelijk uitgelegd. De QuTech rol is van de verschillende partijen het duidelijkst beschreven. Het is belangrijk dat in de implementatie voldoende gebruik wordt gemaakt van de complementaire inbreng van alle andere partners in het consortium, en dat ook wordt verduidelijkt hoe dit geborgd wordt.

Impact

Impact op onderzoeksveld

Een investering als voorgesteld zal een zeer grote impact hebben op het onderzoekslandschap en op bestaande en nieuwe bedrijvigheid. De voorgestelde KAT's en actielijnen zullen de nationale samenwerking versterken en meer integreren en zullen uitbreiding en verbreding van samenwerking met industrie vergen. Het versterken en verbreden van de bestaande netwerken, in combinatie met de duidelijke ambitie om nieuwe partijen aan te haken, heeft de potentie duurzamer te zijn dan enkele de looptijd van dit programma. De voorgestelde investeringen in NanoLabNL zullen bovendien ook een grote positieve invloed hebben op andere vakgebieden - zoals nanotechnologie, fotonica en materiaalkunde - in Nederland. Dit kan zonder meer als positieve impact worden gezien.

Impact op onderwijs

De grote investeringen in human capital - en de genoemde doelstellingen in de KPI's hiervoor - zullen ongetwijfeld ook invloed hebben op Nederlandse onderwijsinstellingen. De verbreding van quantum-onderwijs naar praktijkgericht onderwijs moet hier een belangrijke rol in gaan spelen. Voor de wetenschappelijke promotieplaatsen die beoogd worden, zal ook een grote investering nodig zijn in vaste posities voor PI's. Voldoende PI-posities zijn van essentieel belang om de kwaliteit van het onderzoek op hoog niveau te houden. De werving en - toekomstbestendige - bekostiging via publieke en private partijen van deze PI's is een aandachtspunt. In antwoord op gestelde vragen hebben de indieners aangegeven dat ze al een beeld hebben hoe de aantallen te realiseren en de financiering vorm te geven. Goede opvolging hoe de realisatie verloopt, en zeker ook de - toekomstbestendigheid van de - financiering van al deze posities zal in de monitoring continue aandacht moeten krijgen.

Aansluiting bij (inter)nationale agenda's en andere initiatieven

Binnen het missiegedreven innovatiebeleid sluit het voorstel aan bij de KIA Sleuteltechnologieën, en heeft het raakvlakken met de KIA Veiligheid. Binnen de NWA is er connectie met de route "De Quantum-Nano

revolutie". Er wordt met verschillende departementen gewerkt aan het opzetten van een gerichte call op Quantum Technologie, binnen NWA-programmalijn 2.

Het Europese Quant-ERA en met name ook Quantum Flagship, bieden daarnaast veel kansen om het huidige programma nog te versterken. In het bijzonder wordt er in het voorstel van KAT-2 expliciet aansluiting bij Europa gezocht, met ook letterlijk fysieke verbinding met het Europese quantum-internet netwerk.

Waarom Groeifonds?

Het Groeifonds maakt het mogelijk om in te zetten op de kracht van het voorstel: fundamenteel onderzoek en investering in essentiële infrastructuur gaat gepaard met een stevige inzet op het opleiden, aantrekken en behouden van talent, de koppeling tussen onderwijs en onderzoek, het gericht stimuleren van ondernemerschap en technologische innovatie, en het vroegtijdig betrekken van alle maatschappelijke partijen (de eindgebruikers) om deze disruptieve technologie goed te laten landen. Hierdoor wordt het gehele kennis- en innovatie-ecosysteem versterkt.

De gestelde doelen zijn onmogelijk te realiseren vanuit bestaande instrumenten. Slechts een beperkt deel (actielijn 1) zou in principe via bestaande instrumenten kunnen worden gerealiseerd, maar het organiseren van de in het voorstel beoogde specifiek gerichte thematische calls past niet eenvoudig in het bestaande instrumentarium. De beoogde samenwerking met NWO hiervoor en het benodigde maatwerk zullen - in nauw overleg tussen QuantumdeltaNL en NWO - verder uitgewerkt moeten worden. Voor de bekostiging van de andere samenhangende aspecten, zoals actielijnen 2-4 in combinatie met de onderzoekslijnen en infrastructuur, zijn er geen geschikte loketten of instrumenten.

b) Positionering van het voorstel in het kennisgebruikersveld

Gebruikers en Impact op het kennisgebruikersveld

Het voorstel beoogt een aanpak die zich richt op het gehele kennisecosysteem, waarbij wordt ingezet op versterking van alle aspecten van het kennisgebruikersveld. Op hoofdlijnen doen alle belangrijke kennisspelers mee aan dit voorstel, zowel de kennisinstellingen (WO, HBO en MBO) als de bestaande quantuminitiatieven. Ook verschillende toonaangevende bedrijven en eindgebruikers zijn via kennispartners betrokken.

Er wordt fors geïnvesteerd in infrastructuur. Een deel hiervan betreft specifieke campusontwikkeling voor de quantum-community en een deel de nationale cleanroom infrastructuur van NanoLabNL. De indieners betogen dat investeringen in NanoLabNL een uitstraling zal hebben naar aanpalende vakgebieden zoals nanotechnologie, fotonica en materiaalkunde. Deze beschreven synergie is inderdaad denkbaar en de investering zal van groot belang zijn voor het kennisgebruikerveld.

Door de oprichting van het zgn. "House of Quantum" willen de indieners een hub creëren met aantrekkingskracht voor talent. De campus in Delft en QuTech zijn een uitstekend basis voor het bieden van een aantrekkelijke plek voor toponderzoekers. Er wordt ingezet op versterking en uitbreiding van dit effect, waarmee de basis voor succesvol quantumonderzoek en de toepassing hiervan wordt versterkt. Er moet wel voor gezorgd worden dat het "House of Quantum" een nationale rol speelt en het een uitstraling krijgt waarbij alle deelnemende partners goed betrokken zijn.

In het voorstel is veel aandacht voor de mogelijke gebruikers van de resultaten uit het programma: private partners, start-ups en de bredere samenleving. Door fors te investeren in het House of Quantum is het de bedoeling dat er een hotspot ontstaat waardoor toponderzoekers, getalenteerde engineers en bedrijven worden aangetrokken. Wat dit volgens de indieners kan opleveren wordt onderbouwd aan de hand van enkele bijlagen (McKinsey, Birch). De interesse van private partners blijkt uit de ruim 40 steunbrieven van bedrijven en investeerders bij het voorstel. In de tabel op p.70/71 wordt de betrokkenheid van sommige private partners bij het voorstel beknopt uiteengezet en betrokkenheid van partners wordt verder toegelicht in antwoord op vraag 8 van de EZK-stafdirectie.

Het is bekend dat QuTech, de grootste partner in het voorstel, al intensief samenwerkt met een aantal grote spelers (waaronder Intel en Microsoft; zie ook boven). Ook de andere partners in het voorstel hebben al lopende samenwerkingen met grote bedrijven. Dat invloedrijke mondiale partners voor samenwerking met Nederland hebben gekozen is een belangrijk aanwijzing dat de Nederlandse onderzoekspositie op dit vakgebied leidend is in de wereld.

Het is daarnaast belangrijk dat er voldoende stappen worden gezet om het Nederlandse bedrijfsleven, inclusief het mkb, goed aan te haken en om nieuwe bedrijvigheid te creëren in deze sector. Met het oog hierop besteedt het consortium veel aandacht aan het creëren van een gunstig klimaat voor nieuwe startups, bijvoorbeeld door het inrichten van een speciaal Nationaal Quantum Valorisatieteam en het inrichten van een high-risk investeringsfonds ingericht. Deze aanpak is verstandig.

Gezien de veel grotere omvang en maturiteit van de onderzoeksthema's binnen KAT-1 en KAT-2 in Nederland in vergelijking met KAT-3 (zie ook 2-A) lijken de kansen op kennisbenutting in de vorm van technologieontwikkeling en start-ups het grootst in KAT-1 en -2. KAT-3, met goede potentie voor aansluiting met het mkb en goede kansen voor toepassing, is daarmee ook belangrijk al is de Nederlands positie op dat terrein vooralsnog minder sterk. Het voorstel biedt een goede basis om dit verder te ontwikkelen.

Het House of Quantum heeft een bijkomend voordeel dat het een aantrekkelijk klimaat creëert voor alle betrokkenen in het ecosysteem, zowel onderzoekers en engineers, als ondernemers en mogelijke gebruikers. Deze aanpak is doordacht en passend bij de gestelde doelen. Tegelijkertijd zijn deze doelen op sommige punten erg ambitieus, wat de vraag oproept of ze op de gestelde termijn realiseerbaar zijn, met name dan de ambitie ten aanzien van het aantal nieuwe start-ups in KAT-1 en KAT-2. De start-ups zullen naar verwachting, gezien de stand van de technologie, veelal vanuit academisch onderzoek voortkomen. Het aantal verwachte start-ups lijkt erg ambitieus gezien de 'onderzoeks-aanbodkant' van het aantal betrokken Principal Investigators en het voorziene aantal patenten. Het voorstel wil ook sterk in te zetten op het mkb. De betrokkenheid van het mkb lijkt vooral in KAT-3 te liggen, aangezien deze KAT-3 het hoogste TRL kent en het snelst tot toepassingen zou kunnen komen. Het CPB heeft een vraag over gesteld over vraagarticulatie bij het mkb. Uit het antwoord blijkt dat mkb-bedrijven al in verschillende stadia van de keten betrokken zijn en dat het consortium meerdere lijnen nastreeft om het mkb te betrekken. In dat opzicht is het sterk dat via de link met NanoNextNL het netwerk van MinacNed betrokken is.

Er liggen kansen in het opzetten van de fieldlabs (Elsa-labs), maar het zal een aandachtspunt zijn om te zorgen dat bedrijven (inclusief mkb) en maatschappelijke partners voldoende betrokken zijn bij en er sprake is van een inclusieve technologieontwikkeling.

c) Programmatische samenhang van het voorstel

Governance Programma

De governance van het programma bouwt voort op Stichting Quantumdelta, een gelegenheidscoalitie om het zgn. 'quantum-startimpulsprogramma' van EZK (23 miljoen euro) te beheren. In het voorstel is een kader opgesteld voor de vernieuwing van governance, voortbouwend op de bestaande structuur, waarin eisen gesteld worden aan een gelijk speelveld voor alle deelnemende maatschappelijke en wetenschappelijke partijen, transparante besluitvorming en toedeling van middelen, targets voor het ophalen van publieke middelen en centrale aansturing. Er wordt voorzien in een regievoerende en sturende rol van Stichting Quantumdelta Nederland. Er is voorzien in een uitvoerende (DB) en toezichthoudende laag (RvT). In eerste instantie bestaat de Stichting uit de partners van het huidige kernteam QuTech/TUD, QuSoft, QT/e, Universiteit Leiden, TNO, Techleap, NanoNextNL, Braventure en NanoLabNL.

Een aandachtspunt bij de huidige samenstelling van de governance zijn de deelname, en mogelijkheden of randvoorwaarden voor toetreding, van maatschappelijke partijen, hogescholen en mkb en de borging van het interdisciplinair onderzoek door de daarvoor relevante wetenschappelijke partijen te betrekken. Het voorgestelde stichtingsbestuur is van beperkte reikwijdte ten opzichte van de maatschappelijke doelstellingen.

De structuur voor toezicht en verantwoording zou sterker uitgewerkt kunnen worden met aandacht voor het creëren van een gelijk speelveld voor alle belanghebbenden. Veelbelovend is het inrichten van een integraal en kennisbreed ecosysteem door middel van geëigende tools zoals House of Quantum en de campus.

Het consortium moet ervoor zorgen dat de criteria en aanpak voor het invullen van de governance-posities, en de selectie die hieruit volgt, garanderen dat daadwerkelijk experts uit verschillende onderzoeksdisciplines en vertegenwoordigers van bedrijven en maatschappelijke partners deelnemen.

In de governance-aanpak is de Midterm Review (in het 4de jaar van het programma) een belangrijk moment om te toetsen hoe de voortgang is ten aanzien van de beoogde aantallen start-ups, de hoeveelheid aangetrokken investeringen en talent en de wetenschappelijke en technologische mijlpalen.

Het is efficiënt om voor de governance van de investeringen in de cleanroom-infrastructuur gebruik te maken van de bestaande governance van NanoLabNL. Hetzelfde geldt voor het gebruikmaken van de governance van NWO voor de beoogde call zoals omschreven in actielijn 1.

Samenhang programmaonderdelen

De actielijnen zijn helder op hoofdlijnen opgeschreven met een logische doorvertaling van de doelstellingen voor de beschreven KAT's naar actielijnen. Daarmee maakt het plan nieuwsgierig naar de nadere uitwerking en borging van de investeringen. Het plan zet met vier actielijnen in op een bijdrage aan de ontwikkeling van een open ecosysteem waarbij de vier lijnen gezamenlijk de kennisontwikkeling en nodige innovatie ondersteunen. De fieldlabs uit actielijn 2 hebben ook een 'reach out'-functie naar de samenleving (en specifiek het mkb). Deze fieldlabs worden als goed voorbeeld gezien van het living lab voor 'quantum en de maatschappij'.

De doelstellingen zijn sterk verbonden aan de Nationale Actieagenda Quantum Technologie, die een sterke basis vormt voor het quantumtechnologie onderzoek. Een uitdaging is de borging van deelname van maatschappelijke partijen die later aansluiten. Wat de beste wijze is om impact te bereiken, is internationaal ook onderwerp van discussie. In Horizon 2020 wordt ingezet op de Pathways-to-Impact methode. Daarin wordt ervan uitgegaan dat voor daadwerkelijke impact een integrale benadering en betrokkenheid van alle stakeholders van meet af aan noodzakelijk is. De in het voorstel genoemde Elsa-labs vormen een schakel in het systeem. Een aandachtspunt is echter wel dat de Elsa-labs pas later in het traject worden ingezet om technologie te implementeren.

De ontwikkeling van Societal Readiness Levels en de Pathways-to-Impact zouden de basis voor de invulling van de Elsa-labs moeten vormen. Dit betekent dat bij de ontwikkeling van een technologie als quantumtechnologie, alle maatschappelijke en economische aspecten meegenomen worden, en niet alleen de ethische, juridische en sociale aspecten.

Kwaliteit consortium en beoogde samenwerking

Het beoogde consortium is van goede kwaliteit en adequaat toegerust. Alle belangrijke spelers, waaronder sterke economische partijen, doen mee aan dit voorstel, zowel de kennisinstellingen, de bestaande quantuminitiatieven als de toonaangevende bedrijven en eindgebruikers. De kwaliteit van de deelnemers in het huidige consortium is overtuigend, gezien hun bewezen trackrecord in de ontwikkeling van quantumtechnologie.

Het creëren van een open ecosysteem is daarbij een belangrijke voorwaarde om tot succesvolle samenwerking en innovatie te komen. Cruciaal hierin is dat er een omgeving ontstaat waar productieve interacties tussen de partners in de kennisketen kunnen plaatsvinden om tot innovatie te komen. Daarbij verdient de verbinding tussen het technologisch onderzoek uit het voorstel en het onderzoek van de Elsa-labs wel meer aandacht.

d) Realiseerbaarheid en haalbaarheid van de R&D doelen

Kennisbasis en technologische ontwikkeling

De Nederlandse kennisbasis in bèta en techniek voor de ontwikkeling van quantumtechnologie is bijzonder goed, zoals ook omschreven in onderdeel 2-A. Bovendien biedt dit een stevig fundament voor de doorontwikkeling op termijn en het realiseren van de beoogde innovaties.

Omdat het programma ernaar streeft een duurzame kennisbasis te ontwikkelen, is samenwerking tussen de alfa-bèta-gamma disciplines en inclusieve ontwikkeling met maatschappelijke partners voor succesvol gebruik van de beoogde innovaties noodzakelijk. De wetenschappelijke kennisbasis in de alfa- en gamma- disciplines is in Nederland solide, zoals onder andere valt op te maken uit het sectorplan voor de *Social Sciences en Humanities* (www.sectorplan-ssh.nl)

Voor de doorontwikkeling en maatschappelijke inbedding van technologie zal ook het tijdig betrekken van praktijkgericht onderwijs en onderzoek wenselijk zijn. Daarmee wordt een sterke bestaande kennis- en opleidingsinfrastructuur aangesproken en wordt de ondersteuning op de langere termijn versterkt en kennisketenbreed ontwikkeld. Via praktijkgericht onderzoek wordt bovendien de samenhang met het onderwijs en de beroepspraktijk verder versterkt. De HBO's in Nederland zijn prima toegerust om dit samen met QuantumdeltaNL in te vullen.

Quantumtechnologie bevindt zich in een stadium waarin de beloftes groot zijn. Tegelijkertijd zijn er nog onzekerheden over de specifieke sub-technologieën. Deze onzekerheden en bijbehorende risico's worden in het voorstel benoemd en gemitigeerd.

In het voorstel zijn voor drie KAT-programma's duidelijk meetbare en gekwantificeerde doelstellingen geformuleerd voor 2027. De duidelijke doelstelling en prioriteiten demonstreren een hoge mate van structuur en samenhang in het voorstel. Deze wijze van heldere organisatie zal ongetwijfeld bijdragen aan het behalen van de gestelde ambities.

In het bijzonder is KAT-1 (Quantum Computing) een onderwerp waar een balans is gevonden tussen mitigatie van risico's enerzijds en anderzijds een krachtige inzet op directe toepassing van jonge technologie. In dit thema wordt ingezet op een basisplatform voor doorontwikkeling; de meer praktijkgerichte ontwikkeling van randsystemen en directe toegang voor gebruikers. Binnen dit basisplatform wordt vervolgens flexibiliteit gecreëerd door diversiteit in de kerntechnologie, dat wil zeggen diversiteit in qubit types. Concreet zorgt de diversiteit aan verschillend qubit types voor vermindering van de risico's die gepaard gaan met de onzekerheid over wat de winnende technologie gaat worden.

Technologisch lijkt het beschikbaar stellen van drie qubit types in dit project een haalbare doelstelling, zeker gezien de huidige status van de technologieontwikkeling. De integratie van 50 qubits in 2028 en het beschikbaar stellen van quantumvoordeel voor de gebruikers is een ambitieuze doelstelling die af zal hangen van het tempo van technologische ontwikkeling. Het is lastig om de technologische halbaarheid hiervan in te schatten. Het plan van aanpak geeft alleszins een degelijke indruk en de grote industriële partners waarmee QuTech samenwerkt, brengen relevante technologische expertise in, wat de kansen op succesvolle ontwikkeling en uiteindelijke praktische toepassing aanzienlijk vergroot.

In KAT-2 wordt ook een geïntegreerde aanpak voorgesteld voor het opbouwen van een quantumnetwerk dat zich – zoals in het voorstel omschreven - over West- en Zuid-Nederland moet gaan uitstrekken om vervolgens verbonden te worden met andere Europese hubs. De verlenging van een dergelijk glasvezelnetwerk is geenszins triviaal en vereist een grote onderzoeksinzet op het gebied van hardware en software. In deze inzet is voorzien in het voorstel. Wederom is de doelstelling om een veilig en bruikbaar quantumnetwerk te realiseren tussen verschillende hubs ambitieus.

KAT-3 is in opzet minder concreet uitgewerkt en meer gefragmenteerd. Voor implementatie is het van belang dat bij de verdere technologische ontwikkeling bedrijven en maatschappelijke partners betrokken worden.

Van kennis naar toepassing

In de drie KAT-programma's zijn onderzoek en toepassing in hoge mate verstrengeld. In het bijzonder is in KAT-1 en -2 voorzien in een directe koppeling van de nieuwste wetenschappelijke inzichten enerzijds en het bedrijfsleven en de maatschappij anderzijds. Daarbij is het een punt van aandacht zoals ook al eerder vermeld dat - en hoe - ook nieuwe partijen goed bij de ontwikkelingen kunnen aanhaken. KAT-3, met vier testbeds en een open call, heeft stevige ambities neergezet in de te verwachten resultaten.

Zowel KAT-1 als KAT-2 hebben grote potentie om de Nederlandse maatschappij en bedrijfsleven zeer vroeg aan te haken bij de nieuwste ontwikkelingen en tegelijkertijd het onderzoek te voeden met onmisbare praktijkinput in een relatief pril stadium van technologische ontwikkeling. Beide onderzoekslijnen leggen de technische basis voor een co-creatie programma met hoge potentie.

Deze KAT's worden in toepassing integraal ondersteund in actielijn 2. In deze actielijn wordt aandacht besteed aan (i) fysieke infrastructuur (nationale campus en house of quantum), (ii) ondernemerschapsadvies inclusief juridisch advies (nationaal quantumvalorisatieteam), (iii) financiering (start-up programma) en (iv) verbinding met maatschappelijk en bestaand bedrijf (lokale fieldlabs). In deze actielijn wordt ambitieus ingezet op de veelzijdige uitdaging om een nieuwe technologie succesvol in de samenleving te integreren.

De ontwikkeling van het 'muurloze ecosysteem' (actielijn 2) is een stimulerende manier om een impuls te geven aan de ontwikkeling van quantumtechnologie en deze breed toegankelijk te maken voor kennisontwikkelende partners. Dit uitnodigende model voor open innovatie is een sterk aspect van het voorstel. Het kan daarnaast leiden tot onverwachte samenwerkingen en ideeën voor innovatie.

Risico's

Het plan identificeert een groot aantal risico's die samenhangen met de noodzaak tot publieke investeringsbereidheid en het belang van een financiële impuls voor de doorontwikkeling van de activiteiten en de inzet op het integrale ecosysteem (p.21). Met de voorziene monitoring en midterm review kunnen risico's tijdig gesignaleerd worden, wat vervolgens gebruikt kan worden om de aanpak tijdig bij te sturen. Daarnaast spelen in de risicobeheersing het valorisatiepanel en verschillende vormen van vroegefase-financiering een belangrijke rol (p.29).

Onzekerheid over de winnende technologieën wordt in het voorstel ondervangen door zowel in onderzoek als in de uitrol verschillende technologieën te ontwikkelen. Hierin is ook de beoogde flexibiliteit van Quantum Computing een ambitieuze en verstandige aanpak. Het voorgestelde convenant voor maatschappelijk verantwoord implementeren van quantumtechnologie kan gezien worden als een eerste stap om beleid en regelgeving vorm te geven. Dit heeft als doel om het risico van het vastlopen van de praktische toepassing op juridische en ethische kwesties te ondervangen. Hiervoor is het wel noodzakelijk, zoals eerder vermeld, dat de benodigde wetenschapsdisciplines en maatschappelijke partners vroegtijdig betrokken worden om de hiervoor benodigde onderzoeksprogramma's en implementatie-routes te kunnen ontwikkelen. Bij de ontwikkeling van deze aanpak speelt ook de inzet van fieldlabs een belangrijke rol. Een goede interdisciplinaire invulling zal naar verwachting bijdragen aan de impact van quantumtechnologie voor de samenleving.

Geraadpleegde bronnen

1. Vragen aan deelnemers - en antwoorden hierop - van NWO, CPB, SED Economisch onderzoek en EZK-stafdirectie.
2. QuTech Evaluatie 2020.

Groeifondsaanvraag LSH Ecosysteem

Toelichting bij de NWO-adviezen voor RegMed XB en Health-RI

De aanvraag LSH Ecosysteem bestaat uit twee deelaanvragen. De ene deelaanvraag betreft Health-RI en de andere deelaanvraag betreft de pilotfabriek voor regeneratieve geneeskunde van RegMed XB (vanaf nu RegMed XB). Beide deelaanvragen zijn beschreven in losse appendices. In het hoofddocument is het aanvraagformat van EZK aangehouden en worden de beide deelprojecten alternerend beschreven. Beide deelvoorstellen zijn sterk gericht op het creëren van een adequate infrastructuur, maar inhoudelijk zijn het zeer uiteenlopende voorstellen.

Health-RI wil een geïntegreerde, nationale gezondheidsdata- en onderzoeksinfrastructuur ontwikkelen die gezondheidsdata uit de databases van Nederlandse ziekenhuizen en zorgorganisaties, kennisinstellingen, organisaties in de publieke gezondheid, patiëntenorganisaties, gezondheidsfondsen en bedrijven gestandaardiseerd met elkaar verbindt, zodat de data ten behoeve van innovatie toegankelijk worden.

RegMed XB beoogt een pilotfabriek te realiseren met vier gespecialiseerde locaties (pilotlijnen) die samen alle kennis, faciliteiten en diensten bieden om onderzoekers en (startende) bedrijven te ondersteunen bij het ontwikkelen en valideren van nieuwe regeneratieve geneeskunde-therapieën.

De synergie tussen de deelprojecten Health RI en RegMed XB is zeer beperkt en betreft met name de data-uitwisseling. Wel kunnen we stellen dat Health RI randvoorwaardelijk is voor RegMed XB, alsmede voor het gezondheidsdeel van het AINed-voorstel. Inhoudelijk zijn Health RI en RegMed echter geen samenhangende projecten: de infrastructuuropgaven die in deze voorstellen centraal staan, kunnen los van elkaar worden uitgevoerd. Vanwege het ontbreken van programmatische samenhang hebben we ervoor gekozen beide deelvoorstellen apart te beoordelen, elk op hun eigen merites. Op die manier kunnen we in onze analyses ook meer recht doen aan de verschillende positionering van beide voorstellen in het wetenschapsveld en het kennisgebruikersveld en aan de realiseerbaarheid en haalbaarheid van de R&D-doelen. De overkoepelende governance binnen het LSH Ecosysteem-voorstel lijkt vergezocht. Het zou aanbeveling verdienen om sterker te focussen op de governance per deelproject, die op zich al complex is.

Beide LSH-voorstellen zouden aan betekenis en impact winnen met aanvullend budget voor R&D-activiteiten, indien mogelijk via flankerende middelen. Programmering/financiering van flankerend onderzoek en innovatie stimuleert het gebuik van de infrastructuur, zorgt daarbij voor vraagsturing in de ontwikkeling van de infrastructuur en versterkt tegelijkertijd de samenhang in het nationale kennis- en innovatie-ecosysteem. Bovendien kan de infrastructuur via open en thematische calls breder beschikbaar worden gemaakt voor het veld van onderzoekers, waardoor nieuwe onderzoeksgroepen kunnen aanhaken en er nieuwe onderzoeksvragen en innovatiekansen in beeld kunnen komen (die nu wellicht niet in scope zijn).

Advies RegMed XB: zie p2.

Advies Health-RI: zie p9.

Advies over het voorstel LSH Ecosysteem - Pilotfabriek voor regeneratieve geneeskunde

Hoofdstuk 1: Algeheel oordeel

Samenvatting

Het voorstel richt zich op het bouwen van een infrastructuur (RG-pilotfabriek) ten behoeve van de ontwikkeling van het terrein van de regeneratieve geneeskunde (RG) in Nederland. Het RegMed XB consortium trekt het voorstel. Dit consortium is een virtueel Nederlands en Belgisch instituut van publiek en private partners die samen uitdagingen in de gezondheidszorg aanpakken door het ontwikkelen en toepassen van hun expertise in de regeneratieve geneeskunde. Beoogd wordt om een landelijke RG-pilotfabriek te realiseren met vier gespecialiseerde locaties (pilotlijnen) die samen de kennis, faciliteiten en diensten bieden om onderzoekers en (startende) bedrijven te ondersteunen bij het ontwikkelen en valideren van nieuwe therapieën. Er zijn verschillende schalen van productie, van gepersonaliseerde toepassingen tot de ontwikkeling van industriële productie. Door geavanceerde faciliteiten moeten andere, nu nog arbeidsintensieve en niet-geautomatiseerde processen worden verbeterd, en moet de beschikbaarheid en betaalbaarheid van therapieën worden bevorderd.

De gelden vanuit het Groeifonds worden bijna geheel ingezet voor het opbouwen van de pilotfabriek infrastructuur. De ontwikkeling van technologisch-wetenschappelijke innovaties op het gebied van RG is hierin niet inbegrepen. Het voorstel gaat daarom niet in op de wetenschappelijk-inhoudelijke programmering of op kruisverbanden tussen de RG-pilotfabriek en de technologisch-wetenschappelijk innovaties.

Sterke punten en kansen

- De markt voor regeneratieve geneeskunde is internationaal een opkomende markt en het is een logische stap om nu de pilotfabriek op te zetten. De potentie blijkt uit de groei van de klinische pijplijn, van de bedrijvigheid en van private investeringen.
- Regeneratieve geneeskunde is een opkomende markt met grote kansen, nationaal én internationaal. Nederland kan internationaal een voortrekkersrol innemen door nu te starten.
- Het RegMed XB consortium is een zeer sterke basis als uitgangspunt en is geworteld in kwalitatief zeer hoogwaardig wetenschappelijk onderzoek en in excellente onderzoeksgroepen. De landelijke pilotfabriek sluit aan bij (onderzoeks-)prioriteiten in landelijke publieke en private agenda's en van sectororganisaties. Het toepassingsgebied voor de pilotlijnen biedt veel potentie, van gepersonaliseerde toepassingen tot de ontwikkeling van industriële productie.
- De strategische subsidie uit het Groeifonds is nodig voor het opzetten van de pilotlijnen, omdat de benodigde infrastructuur duur is voor betrokken partijen en de risico’s groot zijn. De markt vult hier niet het gat. De farmaceutische industrie en biotech investeerders zijn terughoudend met dit type vroege fase investeringen. Opkomende bedrijven in dit veld beschikken zelf niet over voldoende budget voor deze ordegrootte aan investeringen.
- De vier pilotlijnen worden onderdeel van een ecosysteem van onderzoek en infrastructuren dat de hele keten van biomaterialen naar cellen en weefsels/organen dekt. Lijnen zijn relatief autonoom en complementair ten opzichte van elkaar. Dit maakt de infrastructuur als geheel robuust en adaptief.

Aandachtspunten en bedreigingen

- Enkele vooraanstaande onderzoeksgroepen ontbreken in het RegMed XB consortium. Vanwege de snelle ontwikkelingen in de regeneratieve geneeskunde en de sterke internationale concurrentie is een breder,

nationaal consortium nodig om wereldwijd de competitie aan te kunnen op het gebied van regeneratieve geneeskunde.

- Gebruikers worden slechts in algemene termen genoemd, hierdoor is het niet duidelijk hoe groot de potentiële gebruikersgroep is. Het is ook nog onduidelijk onder welke voorwaarden niet betrokken onderzoeksgroepen gebruik kunnen maken. Het is van groot belang dat toegang laagdrempelig en optimaal is geregeld voor álle potentiële gebruikers.
- Er is nog weinig aandacht voor de maatschappelijke inbedding van de beoogde regeneratieve geneeskunde therapieën. Inzicht is nodig in de mogelijke nieuwe rollen, verantwoordelijkheden, behoeften, waarden en samenwerkingen die nodig zijn om nieuwe ontwikkelingen te implementeren in de zorg.
- Er mist een onderbouwing van de omzetverwachting en er wordt niet duidelijk beschreven hoe groot de risico's zijn van een tegenvallende omzet. De businessmodellen voor RG zijn nog in ontwikkeling. Het financiële commitment van bedrijven is niet duidelijk beschreven. Per pilotlijn zijn er KPI's beschreven, er is echter niet beschreven wat de effecten van vertraging bij een onderdeel op het geheel zijn.
- Pilotlijnen zijn relatief onafhankelijk ten opzichte van elkaar, maar daardoor wordt ook potentiële synergie tussen de pilotlijnen minder benut.
- Het innovatieve gebruik van de pilotlijnen kan gestimuleerd worden door het beschikbaar stellen van additionele programmamiddelen. Nederlandse onderzoeksgroepen die aan regeneratieve geneeskunde werken zouden zulke middelen in een competitieve ronde, uitgezet door een onafhankelijke onderzoeksfinancier, kunnen verwerven en het gebruik (deels) daarmee bekostigen.
- De organisatiestructuur is complex vanwege de meerdere lagen. In de aanvraag wordt niet beschreven welke waarborgen er zijn om de getrapte organisatiestructuur goed te laten functioneren.
- Het implementeren van nieuwe technische mogelijkheden kan ingewikkelde juridische en ethische vragen oproepen, die voortgang kunnen vertragen of belemmeren.

Conclusie

Het voorstel voor een pilotfabriek lijkt op het juiste moment te komen, gezien de snelle ontwikkelingen op het terrein van de regeneratieve geneeskunde en gezien de mogelijkheid om vanuit een sterke kennisbasis een markt met veel potentie te ontginnen. Met middelen uit het Groeifonds kan de infrastructuur gerealiseerd worden waarmee verschillende partijen (academische instellingen, bedrijven) diensten en producten kunnen ontwikkelen en wereldwijd een vooraanstaande positie kunnen innemen.

Het voorstel geeft nog onvoldoende inzage in hoe Nederland met behulp van deze specifieke infrastructuur verder kan bouwen aan een wereldwijd onderscheidende en vernieuwende rol in de regeneratieve geneeskunde. Een verdere krachtenbundeling binnen Nederland kan die rol versterken. In het RegMed XB consortium ontbreken enkele vooraanstaande onderzoeksgroepen. Toevoeging van deze groepen aan het RegMed consortium ('RegMed NL') zou de kennisbasis voor regeneratieve geneeskunde compleet maken en de internationale positie versterken.

Met een geïntegreerd nationaal consortium, in combinatie met deze infrastructuur en flankerende middelen kan de Nederlandse capaciteit op het gebied van regeneratieve geneeskunde uitgroeien tot een volwaardig ecosysteem en wordt de ontwikkeling van toepassingen versneld. Onder deze voorwaarden biedt financiering vanuit het Groeifonds voor de beoogde pilotfabriek een uitstekende kans om de mogelijkheden van de regeneratieve geneeskunde op markt en maatschappij te vergroten.

Hoofdstuk 2: Analyse

a) Onderzoeksactiviteiten en positionering van het voorstel in het wetenschapsveld

Nederlandse positie en landschap

In de aanvraag wordt beschreven dat de beoogde pilotfabriek verankerd en geïntegreerd wordt in het RegMed XB ecosysteem en dat er aansluiting is met scienceparken en nationale agenda's. Dit sluit aan bij de vaststelling dat RegMed XB betrokken is als strategisch PPS in de topsector LSH en aansluit op de Kennis- en Innovatieagenda Gezondheid & Zorg. In aanvulling zijn er grote onderzoeksprogramma's (Netherlands Organ on a Chip Consortium, Materials Driven Regeneration) met wetenschappelijke sleutelpersonen die betrokken zijn bij dit initiatief. Ook sluit het initiatief aan bij de prioriteiten van het toekomstige programma FAST van EZK en VWS. De belangrijkste initiatieven en projecten in Nederland, waar deze aanvraag aan gerelateerd is, zijn:

- NWA; route Regeneratieve geneeskunde;
- UMC Utrecht; Centrum Regeneratieve Geneeskunde (UMCU/Hubrecht/Prinses Maxima Centrum);
- LUMC; RG is één van de drie maatschappelijke speerpunten van het LUMC (Strategie 2018-2023 'Grensverleggend beter worden');
- Transitie Proefdiervrije innovatie (TPI); Vernieuwingsnetwerk ATMPs.

De concrete inhoudelijke verankering en wat de kansen zijn voor synergie met genoemde initiatieven worden niet beschreven.

RegMedXB vormt een sterk kenniscluster in Nederland met groepen uit Eindhoven, Utrecht, Leiden en Maastricht als wetenschappelijke basis. Via regmedxb.com is een overzicht te vinden van betrokkenen, deze partners zijn:

- *Gezondheidsfondsen*: Hartstichting, Stichting DON, ReumaNederland, Diabetes Fonds, Nierstichting
- *Kennisinstellingen*: Universiteit Utrecht, UMC Utrecht, Universiteit Leiden, LUMC, TU Eindhoven, Universiteit Maastricht, Maastricht UMC, KU Leuven, VIB
- *Regio's*: Gemeente Leiden, Provincie Zuid-Holland, Provincie Noord-Brabant, Provincie Utrecht, Provincie Limburg,
- *Ministeries*: Ministerie VWS, Ministerie OCW, Ministerie EZK, Vlaamse overheid
- *Bedrijven*: Ncardia, LifeTec Group, Fujifilm, SupraPolix, Materiomics, Fujifilm Visualsonics, Starfish innovations, Kuros Biosciences, HCM medical, NTrans, XELTIS, Access2bone, veldlaser, Osteo-Pharma, Mimetas, Galápagos, Stentit, Cytosmart.

De onderzoeksgroepen van RegMed XB behoren tot de wereldwijde top, maar andere vooraanstaande onderzoeksgroepen (groepen van de Universiteit Twente, uit het Radboud UMC, het Erasmus MC, en het UMC Groningen) ontbreken in het RegMed XB consortium. Desgevraagd heeft RegMed XB aangegeven dat naast samenwerking op uitnodiging vanwege noodzakelijke expertise voor bepaalde wetenschappelijke doelen ('moonshots') toetreding tot RegMed XB alleen toegestaan wordt als een academische partij (breder dan een groep) behalve excellentie en relevantie ook de bereidheid heeft om significant middelen te investeren. Door deze restrictieve toelating op deels andere gronden dan excellentie, kunnen kansen worden gemist in de wereldwijde competitie. Om deze reden wordt aanbevolen om via deze Groeifonds impuls ook de expertise van andere Nederlandse onderzoeksgroepen in te zetten voor het realiseren van de RG-pilot fabriek en de ontwikkeling van RG innovaties.

Op internationaal vlak staat het consortium in verbinding met Leuven, waar een complementaire pilotlijn gerealiseerd wordt. In de aanvraag worden geen details gegeven over de Belgische pilotlijn en de samenwerking tussen Nederland en België. Het iPSC& OoC Hotel (onderdeel van een pilotlijn) wordt gesteund door de European Organ-on-Chip Society (EUROoCS) en is onderdeel van de roadmap opgesteld binnen het Europese Orchid project. In Groot-Brittannië is een vergelijkbare infrastructuur opgezet voor cel- en

gentherapie: The Cell and Gene Therapy Catapult. Het zal belangrijk zijn voor het consortium om hiermee ervaringen uit te wisselen.

Onderzoeksactiviteiten

RegMed XB is een interdisciplinaire samenwerking met partners als UMCs en Technische Universiteiten. De constituerende onderzoeksgroepen zijn wereldwijd vooraanstaand en genereren excellente onderzoeksresultaten. De kennisvragen op het gebied van regeneratieve geneeskunde zijn van nature interdisciplinair. Het voorstel bouwt voort op de ontwikkelde kennis en draagt bij aan een meerjarige versterking en vernieuwing van het onderzoeksveld, doordat de activiteiten kennis opleveren waarmee de productie en ontwikkeling van RG producten verbeterd kan worden.

De aanvraag behelst niet middelen voor wetenschappelijk onderzoek van de consortiumpartners, maar voor de infrastructuur waarmee wetenschappelijke kennis in samenspraak met de markt verder wordt ontwikkeld en gevaloriseerd. De pilotfabriek is gericht op verschillende diensten en producten voor toepassingen in de regeneratieve geneeskunde. Het voorstel gaat niet specifiek in op de achterliggende wetenschappelijk-inhoudelijke programmering van het consortium, maar geeft een algemene schets van de ontwikkelingen van het onderzoek in de regeneratieve geneeskunde. De wetenschappelijk kennisbasis van de verschillende deelnemende centra bepaalt hun bijdrage waarbij iedere *hub* een eigen specialisatie heeft. In Leiden zijn dit bijvoorbeeld pluripotente stamcellen en organs-on-a-chip, in Eindhoven hydrogelen, weefsels en implantaten en in Maastricht een assemblagelijn voor grootschaliger productie van stamcellen, micro- en orgaanweefsels. Voortbouwend op de moonshots van RegMed XB ontwikkelt deze laatste pilotlijn een diabetesproduct, hart- en vaatweefsel, bot/kraakbeen en nierweefsel om de productieplatformen op te schalen. Hiermee wordt de valorisatie van de wetenschappelijke kennis vormgegeven, en leidt dit tot een perspectief op nieuwe therapieën.

Regeneratieve geneeskunde is een groeiend wetenschapsgebied en het onderzoeksveld is groot genoeg voor deze impuls. Er zijn vier locaties voor de fabriek, afgestemd op de behoeften per product. De deelfabrieken worden lokaal opgezet. Dit is op zich sterk, want hierdoor is er geen risico op single point failure. Aan de andere kant is het onvoldoende duidelijk op welke manier er sprake is van kennisuitwisseling tussen de verschillende pilotfabrieken.

Het initiatief biedt op zichzelf nieuwe kansen en mogelijkheden voor het verder ontwikkelen van toepassingen, maar zou nog aanzienlijk aan kracht en potentie kunnen winnen als het geflankeerd zou worden door extra programmatische middelen om een gerichte interactie tussen kennisontwikkelaars en kennisgebruikers te ondersteunen. De ontwikkeling van toepassingen en wetenschappelijke vraagsturing krijgen op die manier een boost, en nieuwe samenwerkingsverbanden worden gestimuleerd. De geavanceerde faciliteit voor toepassingen van regeneratieve geneeskunde wordt optimaal benut, het beoogde ecosysteem wordt ondersteund en de kans verhoogd op succesvolle instandhouding van de infrastructuur. In termen van omvang kan gedacht worden aan een relatief beperkt bedrag (bijv. 25% van de hier beoogde investering van M€ 60), met de grootste financiële impuls in het begin. Hiermee komen gerichte flankerende middelen beschikbaar om het gebruik te faciliteren voor alle onderzoekers in Nederland die baat hebben bij deze infrastructuur. Dergelijke middelen dienen uiteraard voor iedereen toegankelijk te zijn en kunnen uitgezet worden door een onafhankelijke onderzoeksfinancier. Alle relevante onderzoeksgroepen kunnen daarmee profiteren van de beschikbare faciliteiten. De impuls zorgt ervoor dat de infrastructuur direct in gebruik is, en vergroot dus de kans op succesvolle exploitatie.

b) Positionering van het voorstel in het kennisgebruikersveld

Gebruikers

Potentiële gebruikers worden in het voorstel in algemene termen beschreven, zoals academische instellingen en bedrijven, maar het voorstel gaat niet verder in op hoe in de interactie tussen het consortium en de gebruikers is voorzien of hoe deze gebruikers toegang krijgen tot de faciliteiten. Binnen het consortium zelf zijn in elk geval wel de juiste gebruikers, zowel publiek als privaat, aanwezig, zoals opgesomd bij 2a). Omdat een analyse van het Nederlandse regeneratieve geneeskunde veld ontbreekt, met inzicht in welke faciliteiten er al zijn en wat de vier pilotlijnen hier aan toe voegen, is er geen inzicht in de verhouding van de te realiseren capaciteit van de pilotlijnen en de vraag vanuit het veld. Het voorstel mist bovendien een beschrijving hoe instellingen (zowel privaat als publiek) toegang krijgen tot de pilotlijnen. Kunnen academische instellingen tegen gereduceerd tarief gebruik maken of moeten zij commerciële tarieven betalen? Op welke voorwaarden kunnen private partijen gebruik maken van de faciliteiten, welke tarieven moeten zij betalen?

Financiële bijdragen aan de bouw van de pilotfabriek infrastructuur komen van de betrokken UMCs, regionale fondsen en later uit exploitatie van de pilotfabrieken. Er ligt geen financieel commitment van private partijen, wat het voorstel sterker zou hebben gemaakt.

Al met al lijkt het nodig om het initiatief beter aan te laten sluiten op de behoefte van de verschillende potentiële gebruikers. Als gebruik gemaakt kan worden van additionele programmatische onderzoeksmiddelen, kan dit ervoor zorgen dat de pilotfabrieken beter aansluiten op de behoeften in het veld.

Impact op het kennisgebruikersveld

De verwachting is dat het voorstel bijdraagt aan een langjarige versterking en vernieuwing van het kennisgebruikersveld. Er wordt door de aanvragers een sterke groei verwacht van gebruikers.

c) Programmatische samenhang van het voorstel

Governance programma

De stichting RegMed XB heeft een bestaande organisatiestructuur die als basis dient voor de opbouw van de gehele governancestructuur. Binnen RegMed XB wordt de New Business Development Director verantwoordelijk voor de RG-pilotfabriek. Deze directeur coördineert het periodiek directeurenoverleg van de verschillende pilotlijnen. Er wordt een adviesraad opgezet die zal adviseren over de verschillende proposities en de samenwerking tussen de Nederlandse pilotlijnen en de samenwerking tussen Nederland en België. Ieder onderdeel van de RG-pilotfabriek krijgt een organisatievorm die het best past bij de desbetreffende activiteit, lokale partners en co-investeerders en is ingebed in lokale structuren voor bedrijvigheid en valorisatie. De gekozen organisatiestructuur is hierdoor complex. In de aanvraag wordt niet beschreven welke waarborgen er zijn om de getrapte organisatiestructuur goed te laten functioneren. Op zich kan dit goed gaan, maar er bestaat ook een risico op verbrokkelende samenwerking.

Samenhang programmaonderdelen

Er is een logische samenhang tussen de verschillende pilotlijnen en er is potentie voor synergie tussen de verschillende onderdelen. De synergie komt echter niet goed naar voren in de aanvraag. Ook de concrete koppeling met onderzoek en innovatie op het gebied van RG ontbreekt. Daardoor wordt niet beschreven hoe innovatie en betaalbaarheid van de zorg samen kunnen gaan. Andere onderbelichte aspecten zijn onderzoeksvragen over regelgevingsaspecten, vergoedingsmodellen, beloningsstructuur, implementatie in de zorg, internationale ontwikkelingen en positie ten opzichte van andere initiatieven. Bij toekenning zouden aan deze aspecten verdere voorwaarden kunnen worden gesteld.

Vanwege de uiteenlopende activiteiten opereren de individuele pilotlijnen voornamelijk onafhankelijk van elkaar. In de aanvraag wordt beschreven dat de pilotlijnen onderling gebruik kunnen maken van elkaars producten en expertise. Per pilotlijn zijn er KPI's beschreven, er is echter niet beschreven wat de effecten van

vertraging bij een onderdeel op het geheel zijn, er mist een risicoparagraaf. In de aanvraag is niet beschreven of er prioriteiten kunnen worden gesteld in realisatie en of er afhankelijkheden zijn.

Kwaliteit consortium en beoogde samenwerking

Het track record van de trekkers is lastig te achterhalen op basis van het voorstel door het ontbreken van namen. De mensen die genoemd worden, zijn gevestigde onderzoekers en er is geen enkele twijfel over de kwaliteit van deze wetenschappers. Er is geen twijfel over de kwaliteit van de samenwerkingspartners binnen het RegMed XB consortium.

In de aanvraag wordt niet beschreven of er een mechanisme is om productieve interacties tussen partijen en/of disciplines over de gehele keten te bevorderen. Voor het bouwen van een infrastructuur zijn deze productieve interacties wel belangrijk. Om een infrastructuur goed vorm te kunnen geven is het van belang om de infrastructuur aan te laten sluiten op de wensen en behoeftes van de beoogde gebruikers. Door contact te leggen met de beoogde gebruikers ontstaat er een goed beeld van de benodigde productieve interacties en hoe deze gestimuleerd kunnen worden.

d) Realiseerbaarheid en haalbaarheid van de R&D doelen

Kennisbasis en technologische ontwikkeling

Er is een gedegen wetenschappelijke basis om de beoogde innovaties en ontwikkeling ook op lange termijn te kunnen ondersteunen. De focus van de pilotfabriek ligt in eerste instantie op de moonshots van RegMed XB die specifieke voordelen met zich meebrengen bij de ontwikkeling en opschaling van de productieplatformen: een diabetesproduct, hart- en vaatweefsel, bot/kraakbeen en nierweefsel. Financiering is het grootste knelpunt voor de langeretermijncontinuïteit. Er worden geen concrete voorbeelden van de huidige status van technologische ontwikkeling gegeven, maar er kan aangenomen worden dat de technologische ontwikkeling zo ver is dat de beoogde resultaten behaald kunnen worden.

Van kennis naar toepassing

Er is geen specifieke informatie in de aanvraag over de borging van de wisselwerking tussen kenniscreatie en toepassing. Er wordt in het voorstel weinig inzicht gegeven in het innovatie ecosysteem voor de individuele pilotlijnen, en dan met name de rollen die de verschillende betrokken partijen (kennisinstellingen, bedrijven, regelgevende instellingen, zorgsector, verzekeraars, etc.) hebben in de innovatieketen van technologieontwikkeling tot implementatie. In het voorstel is ook weinig aandacht voor de maatschappelijke (sociale, juridische, ethische en communicatie) aspecten en daarmee voor de maatschappelijke inbedding van de beoogde RG-therapieën. Inzicht is nodig in de mogelijke nieuwe rollen, verantwoordelijkheden, behoeften, waarden, en samenwerkingen die nodig zijn om deze nieuwe RG ontwikkelingen te implementeren in de zorg.

Risico's

De belangrijkste risico's die geïdentificeerd zijn:

- Vertraging en/of kostenoverschrijdingen in de bouwfase;
- Langzamer dan verwachte omzetgroei in de fase van opschaling;
- Versnippering van het RG veld en minder sterke internationale positie door regionale focus.

Bijna het gehele Groeifondsbudget (77%) wordt in de eerste twee jaar ingezet voor het bouwen van de infrastructuur. De overige bijdrage komt voornamelijk uit exploitatie (na de 1^{e} twee jaar), hierdoor zijn er weinig sturingsmogelijkheden vanuit het Groeifonds. Er zijn ook geen go/no go momenten in het voorstel beschreven. Hoewel dit voor de bouw van een infrastructuur een logische opzet is, is dit wel een risico.

Operationele kosten worden op termijn gedekt uit inkomsten van de pilotlijnen. Onverwachts tegenvallende inkomsten en aanloopverliezen in de opstartfase kunnen in de hand worden gehouden, omdat operationele kosten in die fase opschalen met de omzet (~80% van de kosten is fte en *consumables*). Er wordt 56 miljoen euro uit het Groeifondsbudget gevraagd, maar het gaat om een totale investering van 216 miljoen euro. In de

aanvraag ontbreekt een risicoanalyse van de gevolgen voor het project wanneer de subsidie van het Groeifonds of de aanvullende investering niet gehaald wordt. Veel van de deelnemende private partijen zijn mkb, kunnen zij die cash middelen daadwerkelijk opbrengen? En wat zijn de verwachte gevolgen van COVID-19 op de inkomsten en uitgaven van deze partijen?

Het regionaal georiënteerde Groeifondsvoorstel mist de kennis en expertise van meerdere vooraanstaande Nederlandse RG onderzoeksgroepen. De internationale positie op het gebied van de regeneratieve geneeskunde kan juist versterkt worden door nationaal te opereren. Inzet van extra programmatische onderzoeksmiddelen kan nieuwe samenwerkingen en gerichte interactie tussen kennisontwikkelaars en kennisgebruikers stimuleren. Hierdoor wordt het beoogde kennis- en innovatie-ecosysteem als geheel versterkt en een continu gebruik van de infrastructuur gestimuleerd.

Geraadpleegde bronnen

1. RegMedXB.com
2. Zwaartekrachtprogramma's voor wetenschappelijke inhoud, netwerk.
3. https://ct.catapult.org.uk/
4. GWI landschapsaanvraag

Advies over het voorstel LSH Ecosysteem - Health-RI

Hoofdstuk 1: Algeheel oordeel

Samenvatting

Gezondheidsdata zijn onvoldoende toegankelijk voor onderzoek en innovatie. Deels vanwege financiële, technische en juridisch-ethische oorzaken, maar vooral ook vanwege organisatorische redenen. Grote datasets worden versnipperd beheerd door vele zorg- en wetenschapsorganisaties. Datastandaardisatie gebeurt binnen enkele domeinen, maar is geen gemeengoed. Interoperabiliteit en hergebruik van data tussen en binnen verschillende domeinen blijft een uitdaging. Om deze problemen aan te pakken ontwikkelt Health-RI een nationale, geïntegreerde infrastructuur met als doel de gezondheidsdata van Nederlandse ziekenhuizen, zorgorganisaties, kennisinstellingen, publieke gezondheid, patiëntenorganisaties, gezondheidsfondsen en bedrijven te verbinden. Zo worden de (onderzoeks)data toegankelijk voor onderzoek en innovatie door onderzoekers, bedrijven, zorgprofessionals en beleidsmakers. Deze data komen beschikbaar via een netwerk van regionale knooppunten (nodes) die ingericht zijn met voorzieningen en menskracht. Deze beschikbaarheid is randvoorwaardelijk om geïntegreerde analyses en AI-ontwikkeling (inter)nationaal mogelijk te maken. Daarmee draagt Health RI bij aan het bereiken van de doelstellingen van Groeifonds aanvraag AINed op het terrein van gezondheid en zorg.

Sterke punten en kansen

- Nederland heeft een goede uitgangspositie, door de aanwezigheid van grote hoeveelheden (onderzoeks)data van hoge kwaliteit, als resultaat van zeer goed (klinisch-) wetenschappelijk onderzoek. Er is een innovatief en groeiend bedrijfsleven op het gebied van datagedreven gezondheid(szorg) waarbij de private partijen nauw samenwerken met publieke partijen in het onderzoeksveld. Met dit voorstel voor een gezondheidsdata-infrastructuur wordt het potentieel voor onderzoek en innovatie maximaal benut.
- De opstartfase kan gerealiseerd worden met de aangevraagde middelen. De huidige sporadisch beschikbare financiering is onvoldoende. Alleen impulsfinanciering vanuit het Groeifonds biedt Health-RI de kans de infrastructuur op te zetten zoals beargumenteerd is. Zodra de infrastructuur staat, zullen gebruikersbijdragen door o.a. universiteiten en ziekenhuizen structurele inkomsten bieden. Vervolgens zullen klanten (bedrijven) de financieringsbron zijn.
- De oorsprong en kracht van Health-RI zit in data op specifieke terreinen voor onderzoek en onderwijs binnen de biomedische wetenschappen. Met dit voorstel pakt Health-RI de regierol voor dit veld. Gezien de huidige en historische inzet is dit doel realistisch.
- De drie actielijnen zijn logisch gekozen en onderbouwd. Alle drie actielijnen zijn randvoorwaardelijk om Health-RI vorm te geven. Twee actielijnen bepalen de infrastructuur: i) een nationaal afsprakenstelsel over ethische, juridische en maatschappelijke kaders voor het verzamelen, opslaan en (her)gebruik van gezondheidsdata en ii) FAIR gezondheidsdata. De derde actielijn maakt de infrastructuur beschikbaar via één loket, hetgeen het gebruik faciliteert. In elke actielijn is al ervaring opgebouwd.
- Er wordt uitgegaan van een gefedereerd netwerk, met een basis in regionale knooppunten. Juist deze regionale knooppunten zullen zorgen voor de connectie van het domein van de wetenschap met de domeinen van publieke zorg en patiëntenzorg.
- Er wordt internationaal aangehaakt bij waardevolle initiatieven, zoals BBMRI, EATRIS, ELIXIR, EuroBioImaging en EOSC. Uit infrastructuurinitiatieven in biobanken , imaging en data in landen om ons heen blijkt dat een stevige, jarenlange investering een randvoorwaarde is om de vruchten te kunnen plukken in innovatie van onderzoek en zorg.

Aandachtspunten en bedreigingen

- Het is van belang de kaders van de eigen regie scherp vast te stellen. Het voorstel beoogt vanuit het domein van de biomedische wetenschappen een brug te slaan naar zorgdomeinen (publieke gezondheid, patiënten-/cliëntenzorg), maar Health-RI heeft in die domeinen niet vanzelfsprekend de regierol. Health-RI herbergt niet alle stakeholders in het maatschappelijk en zorgdomein, met hun eigen overlegstructuren en afsprakenstelsels. In die domeinen zijn de uitdagingen enorm, de investeringen nog groter, en de reikwijdte van Health-RI beperkt. Het voorstel zou toegevoegde waarde krijgen door de kaders duidelijker te schetsen en af te bakenen waar de regierol aanwezig en noodzakelijk is. Hiermee wordt duidelijk welke partij waar een regierol kan oppakken. En het maakt duidelijk welke (publieke) toezichthouder de gehele breedte – van burger tot zorg, van praktijk tot onderzoek – zou kunnen bedienen.
- De machtsrelatie van kleine stakeholders tot grote georganiseerde stakeholders verdient nadere aandacht. Stakeholders met focus op praktijk en praktijkgericht onderzoek, zoals mkb, gemeenten en verzorgingstehuizen, vormen een minder sterk machtsblok dan grote, georganiseerde partijen zoals onderzoeksinstellingen en zorgverzekeraars. De input vanuit al deze partijen is van belang om tot een gedragen en gewogen afsprakenstelsel te komen.
- Het individu verdient meer aandacht, als burger en patiënt, als eigenaar van gezondheidsdata. In het afsprakenstelsel dient het belang van het individu een gedegen stem te krijgen.

Conclusie

Eén geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur is een investering die al lang een wens is van het veld en die nodig is voor innovatie in onderzoek en zorg. Met deze aanvraag worden de benodigde stappen gezet om deze infrastructuur daadwerkelijk te kunnen realiseren. Het is de uitdaging om de volledige ambitie te kunnen waarmaken tegen de achtergrond dat er op andere terreinen (publieke gezondheid, patiënten-/cliëntenzorg) andere partijen een regierol hebben. Het is essentieel om het terrein en de reikwijdte af te bakenen. De rol van de verschillende stakeholders in een complex kennis- en innovatie-ecosysteem verdient hier aandacht. Tot slot zou de te ontwikkelen infrastructuur van Health-RI gebaat zijn bij flankerende onderzoeksmiddelen die de vraagsturing en het gebruik van de infrastructuur stimuleren.

Hoofdstuk 2: Analyse

a) Onderzoeksactiviteiten en positionering van het voorstel in het wetenschapsveld

Nederlandse positie en landschap

Nederland herbergt de benodigde kennis om dit voorstel te kunnen uitvoeren. Deelnemende Health-RI onderzoekers zijn (inter)nationaal toonaangevend. Als sleutelfiguren binnen internationale infrastructuren (EATRIS, ELIXIR, BBMRI) kennen ze de randvoorwaarden waaraan een goed functionerende infrastructuur behoort te voldoen.

Echter, tot nu toe nam niemand het voortouw om op nationaal niveau afspraken te maken om op een uniforme wijze optimaal gebruik te maken van de mogelijkheden om gezondheidsdata te delen. Dit leidt tot onduidelijkheid bij de vele stakeholders en tot risicomijdend gedrag inzake delen en onderzoeken van deze data. Dit voorstel lost dit op. Health-RI is inhoudelijk en organisatorisch uitstekend ingebed en heeft contact met benodigde (inter)nationale stakeholders op terrein van de biomedische wetenschappen. Health-RI is op basis van internationaal vermaarde expertise in FAIR data (onderdeel GO FAIR is grondlegger van het FAIR data principe, dat door de EC opgepakt is en inmiddels wereldwijd navolging kent), ervaring als one stop shop (o.a. de ELSI service desk is door Health-RI onderdeel BBMRI-NL opgezet), en het onderliggende nationale netwerk in de biomedische wetenschappen goed geëquipeerd een leiderspositie te nemen op alle drie de actielijnen.

Het voorstel sluit aan bij ZonMw en NWO initiatieven op Open Science, het COVID-19 programma, de lokale en thematische digital competence centres (DCC) calls, diverse NWA routes en het KIC Gezondheid en zorg. Onderdelen van Health-RI zijn nu al verbonden met gerelateerde initiatieven. Zowel GO-FAIR als het Personal Health Train concept zijn aangesloten, alsmede de Europese infrastructuren (ERIC's) via de nationale nodes BBMRI, EATRIS, EuroBioImaging en ELIXIR. In de begroting is terecht de jaarlijkse contributie van enkele nationale nodes aan ERIC's opgenomen. De enige alternatieve financieringsbron hiervoor is NWO Grootschalige Wetenschappelijke Infrastructuur (GWI). Deze financiering verloopt echter in competitie en is daarmee niet geschikt voor structurele financiering. Wel zullen NWO en ZonMw in hun programmering de afspraken en standaarden ontwikkeld door Health-RI als een vereiste randvoorwaarde moeten meenemen.

De synergie met belangrijke, gerelateerde initiatieven en projecten in Nederland wordt goed benut. Zo hebben in het verleden organisaties die nu onderdeel uitmaken van Health-RI een beroep gedaan op NWO GWI. Daarnaast is Health-RI actief betrokken bij het ZonMw COVID-19 programma en faciliteert o.a. in het ontwikkelen van FAIR metadata schema's. Tevens ontwikkelt Health-RI een dataportaal om het gebruik van data in COVID-19-onderzoek te optimaliseren. Als basis voor de te ontwikkelen regionale knooppunten heeft Health-RI een netwerk gevormd van lokale Health-RI teams bij de UMC's, die tevens de kern vormen van de lokale DCC's.

Health-RI is als organisatie ontstaan vanuit data in levenswetenschappen (DTL community) en biomedische/ farmaceutische wetenschappen (Lygature community) en heeft daar langdurige en sterke connecties. De connectie met domeinen die meer recentelijk zijn aangehaakt (zorgdata, data sociale en geesteswetenschappen) lijkt nog input te vergen. Er wordt nauw samengewerkt met kennisinstellingen, ziekenhuizen, koepelorganisatie NFU en overheid (ZonMw, VWS). Bedrijfsleven is aangehaakt via DTL.

Om Europees te kunnen samenwerken zullen eerst regionale en nationale initiatieven opgezet moeten zijn, analoog aan het Health-RI voorstel. In meerdere landen is dit inmiddels gebeurd en zijn grensoverschrijdende samenwerkingen met de evenknie in het buitenland mogelijk geworden. Een concreet voorbeeld is de formele samenwerking met het Zwitserse initiatief SPHN. Health-RI onderdelen zijn nu al nationale node van grote Europese infrastructuren (BBMRI, ELIXIR, EATRIS, EuroBioImaging) of werken nauw samen in Europese initiatieven, zoals de European Open Science Cloud (EOSC), Innovative Medicines Initiative (IMI), Global Alliance for Genomics and Health (GA4GH) 1+ Million Genomes (1+MG), en de European COVID data portal.

Internationale samenwerking zal leiden tot nieuwe vraagstukken omtrent FAIR standaarden en afspraken over ethische, juridische en maatschappelijke kaders voor verzameling, opslag en gebruik van gezondheidsdata.

Kennis van en aansluiting bij initiatieven over de Europese / internationale digitale agenda zijn niet geadresseerd in het voorstel, maar wel uiterst relevant om op nationaal niveau een kennisagenda inclusief prioritering te maken.

Onderzoeksactiviteiten

De focus ligt op nationaal organisatorisch vlak: inrichten van een nationaal afsprakenstelsel, inrichten van regionale nodes en een centrale hub voor FAIR maken van gezondheidsdata en inrichten van een one-stop-shop. Het voorstel bevat geen expliciete onderzoeksactiviteiten. Wel worden standaarden voor metadata ontwikkeld in directe samenwerking met onderzoekgemeenschappen.

De drie organisatorische actielijnen zijn logisch opgezet. Gezamenlijk geven ze het fundament aan Health-RI om een regierol te kunnen nemen. Het voorstel beschrijft een geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur, die privacy waarborgt om data gerelateerd aan welzijn, gezondheid en zorg toegankelijk te maken voor onderzoek, innovatie en beleidsontwikkeling.

Health-RI adresseert per definitie interdisciplinaire kennisvragen, omdat vraagstukken en expertise samenkomen vanuit het zorgdomein, de biomedische wetenschappen (o.a. data science, -omics, imaging) en de sociale en geesteswetenschappen. De focus op de bijdrage uit dit laatste domein ligt nu op de ethische en juridische vraagstukken. Deze zou zich echter moeten uitstrekken tot het bredere palet van de maatschappelijke aspecten, waaronder de sociale vraagstukken.

Health-RI staat met beide benen in het kennisdomein en is daarmee uitstekend geëquipeerd om kansen te benutten. Er wordt geen directe investering in onderzoek gevraagd, maar de investering is bedoeld om het kennisdomein intern te verbinden.

NFU, ZonMw en NWO hebben voor een relatief beperkte aanloopfinanciering gezorgd, die nu gevolgd moet worden door een veel omvangrijkere investering in de infrastructuur om het concept te doen slagen. Verbinding met de onderzoeksfinancier als aanjager van ontwikkelingen (b.v. data management plan, metadata standaarden) blijft hierbij van belang. In dit kader zouden de onderzoeksfinanciers en Health-RI van meet af aan de beoogde infrastructuur programmatisch kunnen aanbieden aan het onderzoeksveld. Zo zorgen ze ervoor dat de behoeftes uit het veld direct in de infrastructuur worden ingebouwd. Een programmatische aanpak kan ook in samenspraak met de Nederlandse AI coalitie ontwikkeld worden om zo de verbinding tussen het beschikbaar stellen van gezondheidsdata (Health-RI) en de ontwikkelingen binnen AI (AI coalitie) te versterken, bijvoorbeeld door een samenwerking met het Groeifondsvoorstel AINed. Dit vraagt een extra financiering van 25% boven het gevraagde Health-RI budget die door de tijd heen wordt afgebouwd. Op deze wijze wordt geborgd dat de gebouwde infrastructuur direct zal worden gebruikt en dat deze breed beschikbaar wordt gesteld.

Impact op het onderzoeksveld

Het Health-RI voorstel is randvoorwaardelijk om nationaal op een efficiënte wijze gezondheidsdata te kunnen analyseren. Zodra de drie actielijnen voortgang en resultaten tonen, zal dit de basis zijn die zal leiden tot versterking en vernieuwing van gezondheidsonderzoek. Juist een grote investering is nodig om het veld nationaal te coördineren. Gezien de looptijd van het voorstel en de financiële onderbouwing lijkt de hoogte van de gevraagde financiële impuls adequaat voor het domein van onderzoek en innovatie in de gezondheidszorg.

b) Positionering van het voorstel in het kennisgebruikersveld

Gebruikers

De gebruikers zijn divers en variëren van onderzoekers, publieke partijen, tot commerciële ontwikkelaars en technologiebedrijven variërend van start-ups tot grote bedrijven zoals Siemens, Philips, Quantib. De beschreven doelgroep is daarmee erg breed. Onderzoekfinanciers zouden, als belangrijke geldstroom van de gebruikers van de data-infrastructuur, een rol moeten hebben in de governance structuur om zo de ontwikkeling en het daadwerkelijk gebruik goed te kunnen faciliteren en stimuleren.

Gebruik van de infrastructuur is pas mogelijk zodra deze gereed is. In de ontwikkeltijd is het mogelijk nieuwe gebruikers aan zich te binden, zoals partijen uit de publieke zorg en patiëntenzorg, en daarmee de eerste stappen te zetten naar die domeinen.

Partners dragen een jaarlijkse partnerfee bij voor deelname in het ecosysteem van Health-RI. Ze krijgen hierbij dan een plek in de governance van Health-RI. Private partijen zoals ontwikkelaars en bedrijven zullen, als eindgebruikers en tegen het betalen van een user fee, goed gepositioneerd zijn om technologieën (bijv. AI, machine learning) verder te ontwikkelen. Dit biedt hen potentieel om tot innovaties te leiden. Een concreet voorbeeld is de samenwerking met de Nederlandse AI coalitie en TNO. In dit verband is al een pilot gestart waarin de ontwikkeling, validatie en implementatie van AI algoritmes op gedistribueerde data kunnen worden ondersteund. Het betaalmodel zal worden ingericht naar internationaal voorbeeld.

Impact op het kennisgebruikersveld

De infrastructuur maakt nieuwe vormen van onderzoek en innovatie mogelijk en zorgt er voor dat Nederland aansluiting houdt bij grote internationale ontwikkelingen. Zo kunnen met behulp van de infrastructuur veel grotere dataverzamelingen gebruikt worden voor het ontwikkelen van AI toepassingen dan tot nu toe beschikbaar.

Het voorstel zou gebaat zijn bij meer concrete case studies. Desalniettemin zal het onderzoek mogelijk gemaakt door een infrastructuur als Health-RI uiteindelijk leiden tot innovatieve toepassingen op het gebied van AI en machine learning.

c) Programmatische samenhang van het voorstel

Governance programma

Het governance model oogt solide en functioneert al in de praktijk. Het bestuur bestaat uit professionals en experts uit het veld, die kennis van bedrijfsvoering combineren met begrip van wetenschap, AI en data. Het management van Health-RI legt inhoudelijk en financieel verantwoording af aan de Supervisory Board, waarin de stakeholders vertegenwoordigd zijn, inclusief de (private) gebruikers. Via de Science&Technology Board is er afstemming met kennisinstituten, grote infrastructurele projecten en zorginstellingen. Op tactisch niveau vindt afstemming plaats in de Community Board. De stakeholders in Health-RI zijn vertegenwoordigd in de Strategic Committee via koepelorganisaties (o.a. FMS, NFU, VIG, STZ en ZN).

Gezien het nuts karakter van deze infrastructuur is het van belang dat ook VWS, EZK en OC&W participeren in de governance.

Samenhang programmaonderdelen

De samenhang tussen de drie actielijnen is logisch. Alle drie zijn noodzakelijk om Health-RI vorm te geven. Ze kunnen separaat worden gestart en uitgevoerd, maar zijn wel onderling afhankelijk. Vertraging in een actielijn heeft geen directe gevolgen voor een andere lijn, maar mislukken van een actielijn zal wel gevolgen hebben voor de andere lijnen. De fasering en procesmijlpalen staan in grote lijnen beschreven (tabel 1 en figuur 3) en ogen overtuigend. Een fasering in detail is niet verstrekt. De onderzoeksactiviteiten kunnen pas goed worden uitgevoerd na realisatie van de infrastructuur en zijn daarom niet prominent meegenomen in dit voorstel. Het lijkt realistisch om dit te adresseren zodra er gezamenlijke afspraken zijn gemaakt.

Kwaliteit consortium en beoogde samenwerking

Het beoogde consortium is van uitstekende wetenschappelijke en organisatorische kwaliteit binnen de biomedische wetenschappen. Aanvulling vanuit de sociale en geesteswetenschappen wordt aanbevolen. De board members zijn sleutelfiguren bij internationale infrastructuren (EATRIS, ELIXIR, BBMRI) en kennen zodoende de randvoorwaarden waaraan een goed functionerende infrastructuur behoort te voldoen. Een sterkte is data management en FAIR data, met als boegbeeld DTL als de Nederlandse nationale node van ELIXIR en de samenwerking met organisaties als GO FAIR, Personal Health Train en NFU Data4LifeSciences. Biobanking is een andere sterkte, vertegenwoordigd via BBMRI-NL, Parelsnoer en 1+ Million Genome Initiative, evenals translationeel onderzoek, met het hoofdkwartier van het Europese EATRIS dat in Nederland gehuisvest is en stevig verankerd is in Health-RI. Al deze organisaties zijn opgebouwd en worden gerund door wetenschappers die werkzaam zijn aan de Nederlandse universiteiten en UMC's in de volle breedte. De verankering, van belang voor het concept van regionale nationale nodes, is dus aanwezig.

Health-RI werkt intern samen in thematische communities, zoals Architecture&IT, Biobanking, Data Stewardship, ELSI (Ethical, Legal and Societal Implications), Health & Clinical data, Imaging, Omics-NL en Personal Health Train distributed learning. In praktijk blijkt dit goed te werken.

Belangrijk is dat er ook intensief wordt samengewerkt met de twee andere datadomeinen in de gezondheidszorg. Zo loopt er onder regie van het informatieberaad (VWS en veldpartijen) een grote landelijke aanpak van diverse programma's die bijdragen aan het realiseren van de gegevensuitwisseling tussen zorgprofessionals ten behoeve van het leveren van goede zorg, op weg naar een duurzaam informatiestelsel. Aansluiting hierbij is cruciaal, omdat er nieuwe wet- en regelgeving in de maak is. Tevens zijn in het domein van publieke zorg veel activiteiten die bijdragen aan verbeterende gegevensuitwisseling en governance rondom kwaliteitsregisters en andere registraties die noodzakelijk zijn voor sturing, verantwoording en kwaliteitsverbetering. Aansluiting hiermee is essentieel. In het voorstel staat daarover weinig concreets beschreven, terwijl het van belang is voor het realiseren van de ambities van Health-RI om voor het gehele traject afstemming te laten plaatsvinden met de twee andere data domeinen. Het afsprakenstelsel beschreven in het Health-RI voorstel zou daarmee in samenhang komen met bijvoorbeeld het afsprakenstelsel MedMij (PGO) en het afsprakenstel dat ontwikkeld wordt door TWIIN (alle geprioriteerde zorgprocessen).

Binnen de drie voorgestelde lijnen worden vele verschillende partners in de keten betrokken voor het realiseren van de doelen, van (alfa, bèta en gamma) onderzoek tot Zorginstituut en van bedrijven tot zorgverzekeraars.

d) Realiseerbaarheid en haalbaarheid van de R&D doelen

Kennisbasis en technologische ontwikkeling

De wetenschappelijke kennisbasis is zeer gedegen en kent grotendeels een lange historie (biobanken, cohorten, translationeel onderzoek). Op nieuwe wetenschappelijke gebieden (data science, data stewardship, AI) ontwikkelt Nederland zich naar behoren in vergelijking met andere Europese landen. Om deze ontwikkeling vast te houden is nu wel een flinke investering nodig om niet achterop te raken bij landen als Zwitserland, Frankrijk en de UK die stevig investeren in nationale data-infrastructuren. Dit voorstel is juist opgezet gericht op de effecten op lange termijn. Er zijn geen quick wins. Alleen door langdurige investering in onderhandelingen en afstemming (afsprakenstelsel, standaarden voor metadata) en noeste inzet (FAIR maken van data) wordt een speelveld geschapen dat perspectieven biedt voor innovatie en bedrijvigheid.

Het FAIR maken van data door data stewards is op vele terreinen in ontwikkeling. Dit is randvoorwaardelijk en ondersteunend voor onderzoek en onderzoekers. Kennis en techniek zijn veelal voldoende ontwikkeld. Nu is er behoefte aan tijd en aandacht van toegewijde data stewards, alsmede communicatieve skills om in interactie met het veld gezamenlijk standaarden te ontwikkelen voor metadata. Kennisinstellingen worden zich steeds meer bewust dat het aantal data stewards nog beperkt is en dat verdere investering noodzakelijk is. Op basis van adviesrapporten (o.a. rapport over professionalisering van de data steward functie, ontwikkeld vanuit het

Nationaal Programma Open Science) worden kennisinstellingen aangespoord meer in te zetten op erkennen en waarderen van data stewards en om voor hen een carrièreperspectief te ontwikkelen. Data stewards hebben nu immers slechts beperkte mogelijkheden om zichzelf te profileren, aangezien ze geen eigen wetenschappelijke publicaties als resultaat van hun werk ontwikkelen.

Van kennis naar toepassing

De infrastructuur is de basis voor het uitwisselen van data en de ontwikkeling van kennis. De kenniscreatie zal veelzijdig zijn, van puur wetenschappelijk tot toepassingsgericht onderzoek door publieke en private partijen.

Risico's

Het risico van actielijnen 3 (one stop shop) en 2 (FAIR maken van data) is zeer beperkt. Het voornaamste knelpunt lijkt de inzet van voldoende en gekwalificeerd personeel.

Risico's kunnen optreden bij actielijn 1, als er geen consensus tussen de partijen bereikt wordt over de voorwaarden voor het delen van gezondheidsdata.

Een ander risico zou het voortijdig afhaken van projectpartners (regionale nodes, jaarlijkse bijdrage in financiering) kunnen zijn, waarmee het fundament onder het voorstel smaller wordt en de aantrekkelijkheid voor toekomstige afnemers van diensten (bedrijven en kennisinstellingen) afneemt. Gezien het gezamenlijke belang om data te gaan delen en de efficiëntie die daaruit voortkomt, lijkt dit risico beperkt.

Geraadpleegde bronnen

1. www.nwo.nl/calls
2. www.onderzoeksfaciliteiten.nl/
3. www.health-ri.nl/governance
4. www.bbmri-eric.eu/
5. https://elixir-europe.org/
6. https://eatris.eu/
7. www.zonmw.nl/nl/actueel/nieuws/detail/item/optimalisering-datagebruik-in-covid-19-onderzoek/
   www.openscience.nl

PBL Kennis aan tafel inzake het voorstel Groenvermogen van de Nederlandse economie

PBL kreeg van de adviescommissie van het Nationaal Groeifonds vraag om voor het voorstel Groenvermogen van de Nederlandse economie de effecten op CO_2-uitstoot en luchtkwaliteit in kaart te brengen. Nadere bestudering van het voorstel leert dat het PBL de noodzaak voelt deze vragen in een breder perspectief te zetten. Daarnaast heeft het PBL in kort bestek gekeken naar de cruciale kostenparameters en uitgangspunten van het voorstel.

Marktfalen, overheidsfalen, coordinatieprobleem aanpakken
Het voorstel gaat in op drie fundamentele problemen in de politieke economie van de energietransitie en innovatie. Allereerst is er sprake van marktfalen, omdat de prijs voor emissiereductie in de energie-intensieve industrie (de CO2 prijs in het ETS systeem) weliswaar aan het stijgen is, maar nog onvoldoende om de externe kosten te beprijzen. Ten tweede is er sprake van overheidsfalen, omdat het beleid er nog niet in geslaagd is een innovatie- en toepassingsondersteuning te creëren die het opschalen van een nieuwe technologie als groene waterstof weet te ondersteunen. Er zijn weliswaar grote ambities, er is ook een ondersteuningsmechanisme om nieuwe schone toepassingen in de industrie te ondersteunen (de SDEK), maar deze is ontoereikend om op dit moment ook groene waterstof te ondersteunen. Ten derde is er sprake van een coördinatieprobleem. Het gaat zowel om de productie als om de toepassing van waterstof, en daartussen dient infrastructuur gecreëerd of aangepast te worden. Bij elkaar is dus voldaan aan de basale argumenten voor overheidsingrijpen.

Opzet van het aanbod zit logisch in elkaar
Het voorstel zit goed in elkaar omdat de complexe materie op een samenhangende wijze (toepassing, verdere R&D, en onderwijs) wordt ondersteund. De toepassing wordt stapsgewijs georganiseerd, in demonstratieprojecten van een toenemende omvang. De ondersteuning vindt plaats in tenders, een aanpak die in het energiedomein beproefd is. Bij de demo's gaat het via tenders die eerst 10-20 MW zijn (in 2021), dan 3x100 MW (besluit in 2023) en dan grootschalig in die sectoren waar er weinig alternatieven zijn zoals zeescheepvaart en luchtvaart. PBL heeft minder goed kunnen kijken naar de aanpak van het R&D en onderwijsdomein. In de energietransitie in de industrie is sprake van een 'besturingstekort'. Partijen wachten op elkaar, niemand heeft de bevoegdheid besluiten te nemen die een groter geheel betreffen, er is eigenlijk geen sprake van een eenduidige probleemeigenaar. Voor het specifieke terrein van de groene waterstof wordt dat aangepakt door een klein krachtig bestuur met uitvoeringsmandaat, waar ook de uitvoeringsorganisatie RVO betrokken is. Zo sluit het ook aan op bestaande subsidies. De indieners van het voorstel hebben een goed beeld van de projecten die nu aan de orde kunnen zijn.

Kan de ondersteuning in 2030 eindigen?
Het is niet zo moeilijk met subsidies te beginnen. Moeilijker is het een beeld te krijgen van de omstandigheden waaronder ze op afzienbare termijn tot een einde kunnen komen. PBL heeft daartoe de cijfers die gehanteerd worden in de twee 'beëindigings' scenario's ('realistische' en 'pessimistische' scenario) op blz 40 van het voorstel nader bezien. Dat leidt tot de algemene conclusie dat hier geen echt rare dingen in te ontwaren zijn.
In het realistische scenario komt men tot een kostprijs van 3,6 €/kg waterstof, terwijl PBL een kostprijs van ongeveer 7 euro/kg heeft berekend. Op het oog een enorm verschil, maar dat wordt grotendeels veroorzaakt doordat PBL rekent met investeringskosten van 1800 €/kW voor een 20 MW electrolyser, terwijl in de propositie wordt uitgegaan van 1500 €/kW. Vanwege de grotere schaal (3 * 100 MW) is dat plausibel. Bovendien wordt 40% gesubsidieerd, dus men rekent uiteindelijk met 60% van 1500 €/kW oftewel 900 €/kW (de helft van waar PBL mee rekent).
Een andere belangrijke oorzaak voor het verschil is dat de indieners rekenen met 4360 vollasturen, terwijl PBL in zijn berekeningen voor de onrendabele top van investeringsprojecten uitgaat van 3000 vollastuur. Daardoor zijn de vaste lasten per kg H_2 in de propositie lager. 4360 suggereert dat er

sprake is van een directe aansluiting op een windpark op zee; PBL gaat in zijn specifieke berekeningen uit van een aansluiting op het net, en dan is volgens het elektriciteitsmodel Competes 3000 uur het maximale aantal uren in een jaar die CO_2-vrij zijn (in 2030).
De elektriciteitsprijs waar de propositie mee rekent is iets hoger dan waar PBL mee rekent, maar dat komt doordat de gemiddelde groothandelsprijs over 4360 uur hoger is dan die over 3000 uur. De vaste operationele kosten in de scenarioberekening van het consortium zijn weer iets lager dan waarmee PBL heeft gerekend (75 €/kW in de propositie vs ongeveer 85 €/kW in de SDE). In de PBL berekening zitten de aansluitkosten op het net erin, we weten niet of dat bij de indieners ook het geval is.
Als PBL de parameters uit de tabel in het eigen model gebruikt komen wij op een kostprijs van circa 4 €/kg. Het verschil met de 3,6 €/kg uit de propositie wordt mogelijk veroorzaakt doordat het betreffende PBL-model rekening houdt met inflatie over de looptijd van de subsidie (15 jaar), en andere rendementseisen hanteert (15% op eigen vermogen).
Dan de marktprijs van grijze waterstof: PBL gaat in de Klimaat- en Energieverkenning 2020 uit van een aardgasprijs van 20 €/MWh, de indieners van 30 €/MWh (in het realistisch scenario). Daardoor rekent PBL met een lagere marktprijs voor grijze waterstof (circa 1,3 €/kg, de propositie rekent met 1,93 €/kg). Daar komen in de propositie nog de vermeden ETS-kosten bij.
Ten slotte de HBE-premie. Het is een cruciaal element in de berekening dat in het realistische scenario alleen een investeringssubsidie nodig is en geen exploitatiesubsidie. In het huidig systeem van HBE-premies lijkt dit geen onlogische veronderstelling. In het pessimistische scenario zijn beide nodig. Dan zal dit wellicht een belangrijk onderdeel van de staatsteuntoets zijn.

Conclusie: wat betreft de kostprijs van groene waterstof in het realistische scenario kan PBL geen gekke dingen ontdekken (als de investeringssubsidie als uitgangspunt wordt beschouwd), maar de marktprijs van grijze waterstof en de HBE-premie zijn mogelijk aan de optimistische kant.

Emissiereducties
De commissie heeft PBL gevraagd na te gaan of de 2 Mton CO2-reducitie die de indieners verwachten realistisch is en wat de verwachte effecten van het voorstel op de luchtkwaliteit zijn. Dit in het kader van de maatschappelijke baten- en lasten analyse. Deze vragen raken niet aan de kern van het voorstel. Een innovatieproject is immers niet bedoeld om tegen de laagste kosten emissies te reduceren. De door het consortium geclaimde 2 Mton reductie van broeikasgasemissies is cumulatief bedoeld. De beoogde opbrengst is minimaal 1,2 TWh waterstof. Als dat allemaal als vervanger van aardgas als brandstof wordt ingezet, is dat 0,24 Mton CO2-besparing per jaar. Wanneer de groene waterstof wordt ingezet om SMR-waterstof te vervangen, is de CO2-besparing vergelijkbaar. Uitgaande van 4360 vollastuur, 300 MW en een stroomverbruik van 58,1 MWh/ton H_2 wordt er per jaar 22.500 ton H_2 geproduceerd. Bij SMR komt er per ton H_2 9 ton CO_2 vrij. Per jaar wordt ten opzichte van SMR dus 0,20 Mton CO_2 vermeden, mits er gebruik wordt gemaakt van hernieuwbare elektriciteit. Dus ja, die 2 Mton cumulatief (over 9 à 10 jaar) lijkt reëel.

Verbetering van luchtkwaliteit hangt geheel af van de alternatieve brandstoffen die worden vervangen. In de elektriciteitsproductie zal die verbetering niet heel veel zijn. Bij latere toepassing in vooral zeescheepvaart is dat des te meer. De vergroening van brandstoffen in de zeescheepvaart staat nog in de kinderschoenen. Aan verbetering van luchtkwaliteit worden nu eerste stappen gezet, maar daar is nog zeer veel vooruitgang mogelijk. Schone waterstof is dan – afgezien van biomassa, waarvan het aanbod uiteindelijk beperkt is – eigenlijk de enige goed voorstelbare optie die zowel broeikasgas- als luchtemissies verbetert. Niet ondenkbaar is dat voor de verre afstandsluchtvaart hetzelfde geldt.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

> Retouradres Prinses Beatrixlaan 2 Den Haag

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
t.a.v. de heer W. Raab
Directeur Stafdirectie Groeifonds
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

RVO

Prinses Beatrixlaan 2
Den Haag
www.rvo.nl

Contactpersoon
Marcus Preijde
E: Marcus.preijde@rvo.nl
M: 0651072966

Kopie aan

DTRVO, Casper Kronenberg, Natascha Szilágyi, Dave de Haas, Bas Kruiderink, Jan Reint Smit, Rein van Erp, Pieter van Loo, Judith Zwennis, Maarten Spreij, NWO

Datum 24-02-2021
Betreft Analyse voorstellen Nationaal Groeifonds ronde 2020-2021

Geachte heer Raab,

Met genoegen stuur ik u hierbij in reactie op uw verzoek aan RVO d.d. 27 januari jl. onze analyses van de vijf R&D en innovatie-aanvragen voor het Nationaal Groeifonds (ronde 2020-2021) en enkele algemene bevindingen.

Aanleiding en opdracht
NWO en RVO hebben de opdracht gekregen om de vijf R&D en innovatie-aanvragen voor het Nationaal Groeifonds te analyseren en te beoordelen. Graag hebben we onze expertise en ervaring ingezet om de onafhankelijke beoordelings- en adviescommissie voor het Nationaal Groeifonds te ondersteunen bij het maken van een gedegen afweging bij de advisering over de ingediende R&D en innovatie-aanvragen. Ook kunnen onze adviezen gebruikt worden voor de besluitvorming over besteding van de middelen van het Nationaal Groeifonds. Dit memo is bedoeld om onze werkwijze toe te lichten en onze algemene bevindingen te benoemen. Na het bestuderen van de aanvragen zien we het potentieel van de verschillende initiatieven voor Nederland. Ook zijn we van mening dat veel aanvragen op onderdelen eerst nog nadere uitwerking vragen voorafgaand aan besluitvorming over middelen uit het Nationaal Groeifonds. Ook is dit een vereiste voor subsidieverstrekking in welke vorm dan ook. Dit zal naar verwachting nog een aanzienlijke inspanning vergen van alle betrokkenen, voordat er daadwerkelijk een start gemaakt kan worden met de start van de beoogde activiteiten.

<u>Proces</u>
Wij hebben voor iedere aanvraag een multidisciplinair team samengesteld. Elk team bestaat uit experts van het betreffende inhoudelijk domein, specialisten op het gebied van valorisatie en ondernemerschap en adviseurs met kennis van relevante Nederlandse en Europese programma's. Regelmatig heeft overleg en afstemming plaatsgevonden met NWO. RVO is niet betrokken of betrokken geweest bij de totstandkoming van de aanvragen en is daarmee in die zin onafhankelijk. Wij stellen voor om in onderling overleg het proces van deze ronde te evalueren. Onze insteek daarbij is om het proces voor een volgende ronde verder te verbeteren.

Algemene bevindingen
Omdat de Life Sciences & Health (LSH) aanvraag bestaat uit twee onderdelen hebben we eigenlijk zes, in plaats van vijf aanvragen beoordeeld. Graag willen wij een aantal bevindingen benoemen die opvallen na bestudering van de aanvragen.

Onderbouwing toekomstig verdienvermogen loopt sterk uiteen
Voor alle aanvragen geldt dat de onderbouwing van het toekomstig verdienvermogen voor Nederland beperkt is. In de aanvragen is steeds wel een poging gedaan om een business case voor steun door het Nationaal Groeifonds te schetsen. De ene aanvraag slaagt daar beter in dan het andere. Dit is logisch, omdat de Technology Readiness Levels bij aanvang van de verschillende aanvragen uiteen lopen. Het maakt de vergelijking van het toekomstig verdienvermogen en het daarmee samenhangende risico ('risk/return') van de verschillende aanvragen lastig.

Reikwijdte, maar met name de diepgang, van de aanvragen loopt uiteen
De aanvragen behandelen dankzij het propositieformulier, wel allemaal dezelfde onderwerpen. De wijze waarop hieraan door de verschillende consortia invulling is gegeven verschilt echter sterk, waarmee een ongewenste ongelijkheid tussen de aanvragen ontstaat die daarmee ook invloed heeft op de reikwijdte en diepgang van onze adviezen. We hebben de hierna volgende observaties over de aanvragen.

Plan voor valorisatie nog onvoldoende concreet
Overwegend is een 'technology push'-benadering te zien en is het plan om tot valorisatie te komen onvoldoende concreet en onvoldoende planmatig.

Beperkte aansluiting bij internationale/Europese programma's
De aansluiting bij internationale/Europese programma's is bij meerdere aanvragen onvoldoende uitgewerkt. Hierdoor bestaat het risico dat 1) Nederlandse initiatieven onvoldoende competitief zijn om te kwalificeren voor Europese steunprogramma's, en 2) dat Nederland middelen investeert die ook door Europese programma's gefinancierd kunnen worden.

Governance processen en structuren nog niet voldoende robuust
De governance processen en structuren zijn bij de meeste aanvragen onvoldoende uitgewerkt en toegesneden op de omvang en complexiteit van de voorstellen. Hierdoor ontstaat het risico dat de noodzakelijke coördinatie niet tot stand komt en versnippering in de activiteiten optreedt. Dit schaadt de kansen om tot valorisatie te komen.

Borging van het verdienvermogen nog onvoldoende zeker gesteld
Bij alle aanvragen bestaat het risico op vlucht van kennis en innovatieve bedrijvigheid naar het buitenland en daarmee verlies van verdiencapaciteit bij investeringen door het Nationaal Groeifonds. Veel van de voorliggende Nationaal Groeifonds voorstellen leunen sterk op de kennisvoorsprong die Nederland heeft op een bepaald gebied. Nederland heeft een open economie waarbij bedrijven, intellectuele eigendomsrechten en kennis gekocht kunnen worden. Nadeel hiervan is dat bij buitenlandse overnames en investeringen kennis en innovatieve bedrijvigheid naar het buitenland kan verdwijnen en niet in alle gevallen ten goede komt van het Nederlandse concurrentievermogen. Ook de economische veiligheid van Nederland kan bij een kennisoverdracht op specifieke thema's naar het buitenland in sommige gevallen in het geding zijn. Voorkomen dient te worden dat na de fase van kennisontwikkeling de kennis verdwijnt en het verdienvermogen dat wordt gerealiseerd met investeringen vanuit het Nationaal Groeifonds niet in Nederland, maar in het buitenland gerealiseerd wordt. Bij financieringen door het Nationaal Groeifonds is het daarom van belang stil te staan bij de vragen of en hoe de borging van kennis in Nederland, en daarmee het verdienvermogen, zeker wordt gesteld.

Onvoldoende uitgewerkt tot uitvoerbaar (subsidie)programma
De aanvragen zijn met name gericht op de inhoud van de programma's. De aanvragen zijn nog niet zover uitgewerkt dat nu tot uitvoering kan worden overgegaan.

De doelen zijn duidelijk, maar de precieze weg daar naar toe nog niet. Inherent aan de aard van de NGF aanvragen is de complexiteit daarvan. De governance van programma's is niet in lijn met die complexiteit. Op dit moment is niet geborgd dat de juiste hoeveelheid middelen bij de juiste partijen terecht komen en voor de juiste activiteiten worden ingezet. De inrichting van de uitvoeringsorganisatie en -processen, en de implementatie daarvan door partijen is een logische vervolgstap voor de fase na deze ronde. De aanvragen zijn in het verlengde daarvan binnen RVO op basis van een beknopte enquete geanalyseerd op de mogelijkheid van subsidieverstrekking in comptabele en juridische zin. Bij geen van de aanvragen is dat mogelijk of mogelijk na een beperkte inspanning. Wat nu voorligt zal een aanzienlijke inspanning vragen van partijen en uitvoerders om te komen tot een daadwerkelijke start van de beoogde activiteiten.

Aanbevelingen
Om het potentieel voor Nederland van de verschillende aanvragen te kunnen realiseren kan RVO ondersteunen bij de volgende onderwerpen:

Sturen op resultaat
Wij raden aan om voor de aanvragen die gehonoreerd worden een gedegen proces te ontwerpen voor begeleiding, monitoring en (mid-term) evaluatie. Monitoring en actieve sturing zijn cruciaal om te borgen dat de programma's hun doelstellingen behalen en de gewenste maatschappelijke en economische impact realiseren. Dit vergt een actieve rol van het management, die meer inhoudt dan het verdelen van de middelen en het afleggen van verantwoording hierover aan het financierende departement. RVO en NWO hebben hier ruime ervaring mee.
Wij kunnen oplossingen aandragen om ervoor te zorgen dat de Staat de minimaal noodzakelijke waarborgen verkrijgt over de juiste inzet en verdeling van de middelen. Denk bijvoorbeeld aan een oplossing die is gekozen bij de aanpak van de zogenaamde Thematische Technology Transfer (TTT). Daarbij wordt in verschillende fasen gestuurd op het einddoel, waarbij per fase bezien wordt of bijsturing nodig is. Het inrichten en implementeren van structuren, processen en beslismomenten om samenhang te brengen in de initiatieven die gericht zijn op een programmatisch doel is primair een taak van de consortia. Wij kunnen u daarbij adviseren.

Versterken van de aansluiting bij internationale/EU programma's
Wij hebben overzicht over de veelheid aan relevante nationale en internationale regelingen. Tevens hebben wij inzicht in de kritische succesfactoren om tot kansrijke aanvragen te komen op Europees niveau. In dat licht hebben wij de aanvragen ook beoordeeld. Wij kunnen u nader adviseren in de keuze van de initiatieven waar het Nationaal Groeifonds de meeste meerwaarde biedt en zo wordt het risico gemitigeerd dat Nederland investeert daar waar ook Europa financiering kan bieden.

Verbeteren van de kansen voor valorisatie
Wij kunnen u adviseren over de vormgeving van het instrumentarium om zo de plannen voor valorisatie nog beter te stimuleren. De veelal technisch gedreven initiatieven dienen uiteindelijk de weg naar de markt te vinden om tot houdbaar verdienvermogen voor Nederland te komen. Wij hebben kennis en ervaring in huis om de aansluiting met de markt op het juiste moment en met de juiste prikkels te stimuleren. Wij kunnen u daarbij wijzen op de gevoeligheden van misbruik en oneigenlijk gebruik (M&O) en adviseren over de te nemen M&O-maatregelen.

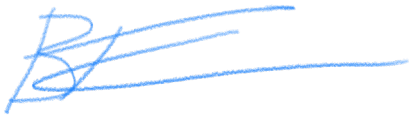
Borgen van de investering in kennis en middelen voor Nederland
De aanvragen dragen het risico in zich dat de betreffende bedrijven, intellectuele eigendomsrechten en kennis gekocht kan worden door buitenlandse partijen. Het risico bestaat dat daarmee de concurrentiepositie maar ook economische veiligheid van Nederland in het geding is. Daarom het van belang dat de borging van kennis in Nederland, en daarmee het verdienvermogen, zeker wordt gesteld. Een mogelijke oplossingsrichting is om de Staat eigenaar te laten worden van de octrooien die

voorkomen uit de investeringen door het Nationaal Groeifonds. Aan bedrijven wordt vervolgens een exclusieve licentie gegeven, als ware zij eigenaar van het octrooi. Die (standaard) licentie is gebaseerd op een overeenkomst tussen de Staat en de onderneming en kent veel ruimte. Er kan onder andere worden vastgelegd dat de kennis niet mag worden gedeeld met bedrijven buiten de EU. Zo blijft de unieke kennis en verdiencapaciteit behouden voor Nederland. Octrooicentrum NL kan adviseren over de inrichting van een dergelijk beschermingsconstructie.

Graag wisselen wij met u, en onze collega's van NWO, van gedachten over de vervolgstappen.

Tot slot
Wij willen u graag bedanken voor de opdracht en het in RVO gestelde vertrouwen en wij kijken uit naar een vervolg van onze samenwerking.

Met vriendelijke groet,



Bart Tonnaer
Directielid Nationale Programma's

0. Fondsplan analyse	AINED Behandelteam: RVO Datum: februari 2021
Aanvraag:	AiNed
Initiatiefnemer / leden:	Nederlandse AI Coalitie (NL AIC)
Start- en einddatum:	2021-2027
Gevraagde subsidie:	€ 1,05 miljard, waarvan 345,3 miljoen in fase 1

1. Algemene karakterisering

Nederland heeft een goede uitgangspositie op AI-gebied[1]. Het belang van AI zal de komende jaren sterk toenemen. Dit zal een grote impact hebben op de maatschappij. Om hier invloed op te hebben en te blijven houden is het van belang om zelf de kennis in huis te hebben en niet afhankelijk te zijn van commerciële partijen en/of het buitenland. Het is daarom goed om een impuls te geven aan ontwikkeling en toepassing van AI in Nederland. Kanttekeningen bij de aanvraag liggen onder meer op een gebrek aan focus en daarmee kans op versnippering, de complexiteit van het programma en een beperkte aansluiting op bestaande programma's en netwerken. Met meer focus, heldere keuzes en aandacht voor maatschappelijke missies zou de maatschappelijke opbrengst van het programma nog groter zijn.

De ambitie van het plan is om Nederland blijvend in de kopgroep van AI-landen te krijgen, door samenwerking in de brede AI-coalitie en investeringen in opleidingen, onderzoek en toepassingen van AI. Het streven is om de potentiële groei van 1,6% bbp per jaar[1] waar te maken.

Het AINed-programma streeft naar een integrale aanpak waarin een groot aantal projecten in onderlinge samenhang wordt uitgevoerd. Het voorstel is omvangrijk, met onder meer 50 innovatielabs, 25 ELSA-labs, 30 doorbraakketen-projecten. Deze aantallen zijn fors en gaan gepaard met een groot deel van de publieke investeringen. Men mag daarom een meer specifieke onderbouwing verwachten van deze aantallen.

Een risico ligt in een gebrek aan focus op zowel technologiegebied als toepassingsgebied en in een breed scala aan activiteiten (12 instrumenten over 4 clusters). Dit maakt het een zeer complex programma. Het plan stelt dat met de voorgestelde aanpak versnippering wordt vermeden, maar in de uitwerking zien we een ander beeld met een lijst met projecten in voorbereiding die lang en divers is. Het risico op versnippering is reëel en beperkt de meerwaarde van het programma waar verbinden een belangrijk onderdeel is. In dit kader zou een gedetailleerd uitvoeringsplan voor een volgende fase een absolute vereiste zijn.

Het voorstel heeft relatief weinig aandacht voor de maatschappelijke missies en de concrete bijdrage aan de KIA's van die missies. KPI's op dit onderwerp ontbreken. De synergie met het missie-gedreven topsectoren en innovatiebeleid wordt aangegeven, maar er wordt geen duidelijke keuze in gemaakt. Juist door inzet van publiek geld kan gestuurd worden op deze maatschappelijke effecten, hier zou meer aandacht voor moeten zijn in de opzet en uitvoering van het programma. Zoals het Rathenau instituut concludeert: "Door maatschappelijke opgaven leidend te laten zijn voor de prioriteiten van publieke investeringen in AI, zullen de maatschappelijke opbrengsten van deze investeringen groter zijn".

Het voorstel besteedt wel veel aandacht aan het op een maatschappelijk verantwoorde manier, mensgericht, toepassen van AI. Hiervoor worden ethische, juridische en sociale aspecten (ELSA)-labs ingericht. Of de ELSA-aspecten ook in de praktijk voldoende aandacht zullen krijgen is de vraag. Hoe de onderzoeksresultaten van deze labs worden meegenomen in de ontwikkeling van AI-toepassingen is onduidelijk. Het voorstel noemt alleen 'comply or explain', een verdere uitwerking van hoe dit in praktijk zal worden aangepakt is nodig.

[1] Rapport McKinsey – bijlage D.

Nederland alleen kan geen grootmacht worden in het grote en complexe AI-speelveld. Actief naar buiten treden en internationaal samenwerken is essentieel. Positief is dat er middelen worden gereserveerd voor aansluiting bij Europese programma's. Deze zijn echter beperkt (3% kosten fase 1). Het is niet duidelijk hoe partijen ondersteund gaan worden om de kans op succes in hun Europese R&D-deelname te vergroten. Ook gaat het voorstel niet in op aansluiting bij voor AI belangrijke Europese coalities zoals de European Digital Innovation Hub, AI Alliance of het AI, Data & Robotics partnerschap.

Het plan stelt voor om de regie centraal te beleggen bij een stichting of regie-orgaan. Dit is zeer ambitieus, alleen al in fase 1 gaat het om 10 calls en meer dan 200 activiteiten/projecten. Bovendien moet dit in samenwerking/afstemming met in ieder geval 3 departementen, 2 uitvoeringsorganisaties en regionale partners. Gezien de complexiteit en de veelzijdigheid van instrumenten lijken de begrote kosten voor programmamanagement aan de lage kant, zeker als daar ook nog de kosten voor het opzetten en uitvoeren van calls in zitten. Daarnaast kan de uitrol van het programma aanzienlijke vertraging oplopen als er veel nieuwe instrumenten worden ingezet. Van scratch een call opzetten en afhandelen kost snel al een half jaar voordat de projecten van start gaan. Het risico bestaat dat het programma inflexibel wordt en veel vertraging oploopt in de uitvoering.
Positief is dat voor de uitvoering zo veel mogelijk wordt samengewerkt met bestaande organisaties en infrastructuren (zoals onder meer NWO en RVO). Aansluiten op bestaande en lopende programma's is gewenst.

Het voorstel gaat uit van een circa 35% private bijdrage. Voor een toepassingsgericht programma is dit relatief beperkt. Hoe hard het private commitment is en in hoeverre de inzet van publieke middelen in het AiNed-programma bijdraagt aan het vergroten van de private investeringen is niet onderbouwd. In het voorstel wordt wel de verwachting uitgesproken dat de private bijdrage zal stijgen gedurende de looptijd van het programma maar dit wordt niet meegenomen in de overall begroting. In het voorstel ziet men zelf ook het risico dat de private bijdrages achter blijven, een reden om meer aandacht aan de private bijdrages te schenken.

Concluderend is dit een omvangrijk voorstel op een voor Nederland belangrijk gebied, waar het opbouwen en behouden van eigen expertise van belang is. Meer focus op technologiegebied en heldere keuzes op het gebied van maatschappelijke missies en mensgerichte AI kunnen de effectiviteit vergroten. Het geheel is een complex programma, waar een goede governancestructuur essentieel is om het geheel beheersbaar te houden. In dit kader is een concreter uitvoeringsplan meer dan gewenst en zou dit als opschortende voorwaarde mogen gelden voor een eventueel vervolg.

2. Projectomschrijving

1. Probleem en doelstelling

Het project richt zich op versterken van AI in Nederland om Nederland blijvend in de kopgroep van AI-landen te krijgen. De AI coalitie wil met dit plan zorgen voor een AI-ecosysteem, breder gebruik van AI door NL bedrijven, meer startups, meer investeringen en AI-opleidingen.
AI is één van de sleuteltechnologieën en middels het Strategisch Aktieplan AI omarmd door het kabinet. Hiermee sluit het voorstel goed aan bij de bestaande prioriteiten van het kabinet.

Het voorstel noemt een vijftal knelpunten voor een goed werkend AI-eco-systeem:

- Te trage ontwikkelingen in AI bij bedrijven en overheid
- Tekorten in AI-specialisten
- Onvoldoende mogelijkheden tot AI-opleiding van werknemers
- Onzekere sociaaleconomische langtermijn ontwikkelingen als gevolg van AI
- Beperkingen/remmingen in het delen van data voor AI

Tegelijkertijd geeft het McKinsey-rapport aan dat Nederland een goede uitgangspositie heeft op AI-gebied. Nederland staat op de 11e plaats wereldwijd in de AI readiness index met sterke punten als

beschikbaar talent, innovatie (waaronder een verdubbeling van AI startups in de laatste 5 jaar) en tech-adoptie. Minder sterke punten zijn de (private) investeringen en de omvang van AI-onderzoek. Echter de kwaliteit van het onderzoek is van hoog niveau waarmee Nederland een goede kennisbasis heeft.

Ons inziens zijn de genoemde knelpunten daarmee niet zozeer op dit moment een probleem – al zouden wel problemen kunnen ontstaan wanneer de ontwikkelingen op AI-vlak in Nederland niet snel genoeg gaan / langzamer gaan dan in het buitenland. Het voorstel is dus niet om een achterstand in te halen maar een investering voor de toekomst om één van koplopers te worden (5e wereldwijd).

De economische doelstellingen van het investeringsprogramma zijn het vergroten van het aantal bedrijven dat AI toepast en het vergroten van de investeringen in de ontwikkeling en toepassing van AI. De investering moet bijdragen aan het realiseren van 1,6% bbp potentiële additionele groei door AI. In hoeverre deze investering hier aan bijdraagt is niet kwantitatief onderbouwd.

Naast het economische doel heeft het voorstel ook als maatschappelijk doel er voor te zorgen dat AI op een mensgerichte en verantwoorde manier wordt toegepast. Hiertoe worden verschillende ELSA-labs ingericht. De interactie tussen deze ELSA-labs en de andere projecten, dan wel een aanpak om te garanderen dat bij de nieuwe ontwikkelingen voldoende aandacht aan ELSA besteed zal worden, is niet uitgewerkt. Het voorstel gaat uit van ‘comply or explain’. Dit betekent dat projecten de mensgerichte aanpak van AI-toepassingen en -onderzoek voorop moeten stellen, of onderbouwen waarom dit niet relevant is in een specifiek project. Dit verdient meer aandacht, juist bij inzet van publiek geld is het effect op de maatschappij en een mensgerichte benadering van AI van belang.

De doelstellingen zijn vertaald naar KPI’s. Deze geven concrete streefgetallen voor bijvoorbeeld aantal startups, octrooien, unicorns en opgeleide studenten en medewerkers in 2023, 2025 en 2027. Op deze onderdelen zijn de streefwaarden voldoende concreet.
Wat ontbreekt zijn KPI’s op het gebied van maatschappelijke missies en inzicht in de uitgangssituatie/nulmeting. Er wordt geen concrete bijdrage aan de missies of KIA’s uit het MTIB-beleid geformuleerd, in algemene termen spreekt het plan er wel over.

Wat er al allemaal aan oplossingen binnen AI beschikbaar is, blijft ons inziens nog onderbelicht. Veel applicaties, gereedschappen en hulpmiddelen om AI in te zetten zijn er al. AI wordt al breed ingezet in de industrie en er is ook veel kennisontwikkeling bij bedrijven gaande (wat bijvoorbeeld ook blijkt uit toenemende aantallen WBSO-aanvragen op AI).

Data is de grondstof voor AI toepassingen, zonder data geen AI. Men geeft aan dat veel bedrijven en instellingen hun data nog niet willen of kunnen delen en dat dit een probleem is voor AI-oplossingen. Het voorstel heeft echter maar beperkte aandacht voor data en de daarmee gerelateerde mensgerichte AI. De overheid heeft hier een belangrijke rol met regelgeving –verder onderzoek en verdieping is zeker van belang.

2. Activiteitenplan, realiseerbaarheid en haalbaarheid
De geplande activiteiten zijn verdeeld over een viertal clusters, ‘Talent en opleiding’, ‘Onderzoek, innovatie en valorisatie’, ‘Verbindende netwerken’, ‘Integratieve ketens’.

Het plan is een complex geheel van 12 instrumenten in 4 clusters, verdeeld over verschillende technologieën en toepassingsgebieden. Dit moet leiden tot onder meer 50 innovatielabs, 25 ELSA-labs, 30 doorbraakketen-projecten, 200 projecten AI-talentprogramma, 5 hubs, 100 impulsprojecten enz.. Een risico schuilt in een gebrek aan focus. Een groot deel van het budget zal via calls/tenders worden verdeeld over ingediende projectvoorstellen. De bijgevoegde lijst met projecten is lang en divers, het risico op versnippering lijkt reëel. Onzeker is of al deze losse projecten de gewenste/verwachte bijdragen aan het totale programma leveren. Voor een goede doelmatigheid van de publieke investering moeten er duidelijke keuzes worden gemaakt. Daarnaast verdienen de projecten een nadere concretisering.

Een aanzienlijk deel van de in bijlage B genoemde projecten in voorbereiding omvat direct toepassingsgerichte ontwikkelingen, waarbij marktpartijen zijn aangesloten die direct belang hebben

bij vermarkting van de technologische ontwikkelingen. Dit is positief voor de kans op daadwerkelijke valorisatie van de ontwikkelde kennis. De uitvoering in losse projecten kan een negatief effect hebben op de kennisverspreiding – projecten direct gericht op een toepassing voor een kleine groep bedrijven leveren waarschijnlijk geen breed inzetbare kennis op.

Men benoemt het belang van ELSA, hiervoor wordt een ELSA-board ingericht als 'kenniscentrum' voor ELSA-gerelateerde vragen. Zie ook de eerdere opmerkingen over deze labs onder 2.1. In de tabel op pagina 6 is voor de ELSA-labs, impulsprojecten en Europese netwerken een link met de maatschappij aangegeven. De vraag is waarom men deze link niet ziet bij bijvoorbeeld de innovatielabs en valorisatie-en technologietransfer?

Voor het beoordelen van de projectvoorstellen zal deels gebruik worden gemaakt van bestaande organisaties en infrastructuren (NWO, RVO) en regelingen (bijvoorbeeld MIT en IPC voor MKB). Daarnaast worden er eigen nieuwe instrumenten opgestart. Niet helder is of dat op alle gebieden daadwerkelijk nodig is. Is AI zo verschillend van andere technologieën dat een eigen valorisatie- en technologietransferprogramma nodig is? Of kan er efficiënter worden aangesloten op bestaande programma's? Dit kan een efficiënte en effectieve uitrol van het programma bevorderen.

Binnen de MKB-instrumenten, VTT en impulsprojecten, is een flink budget voorzien voor fase 1 (totaal 90 miljoen aan projectkosten). Dit is een fors budget voor dit type projecten. Het is niet helder of er voldoende projecten van kwaliteit zo snel ingediend kunnen worden. In dit geval is het wenselijk om in ieder geval minimale kwaliteitseisen te hanteren.

Positief is dat er middelen worden gereserveerd voor de nationale co-financiering bij het Key Digital Technologies partnerschap in Horizon Europe en bij het Eureka clusterprogramma. Hiermee wordt aansluiting gezocht op de inzet van Europa op Human Centric AI. De financiële inzet op aansluiting Europese kennisnetwerken is echter beperkt (3% kosten fase 1). Het is niet duidelijk hoe partijen ondersteund gaan worden om de kans op succes in hun Europese R&D-deelname te vergroten. Ook gaat het voorstel niet in op aansluiting bij voor AI belangrijke Europese coalities zoals de AI Alliance of het AI, Data & Robotics partnerschap. Dit verdient een nadere verdieping.

Een deel van de projecten betreft incrementele innovatie – waar meer bedrijven AI gebruiken zal een groot deel daarvan zijn voordeel doen met bestaande technologie, zonder zelf veel nieuwe technologie te ontwikkelen. Het plan omvat ook beter opleiden studenten en promovendi – er is een goede kans dat hieruit, binnen universiteiten dan wel het bedrijfsleven waar het AI-opleidingsniveau stijgt, ook baanbrekende innovaties zullen ontstaan.

Beschikbaarheid van voldoende AI-talent is essentieel voor een brede toepassing van AI, een tekort aan experts is een breed gevoeld probleem. Het is daarom goed dat dit voorstel hierin investeert, zowel in universitaire opleidingen als in kortdurende cursussen en trainingen voor werknemers. De vraag blijft of de extra mensen opgeleid in AI vervolgens ook in Nederland zullen blijven. In het voorstel is geen specifieke aandacht voor behoud van AI-talent voor Nederland.

Het plan geeft weinig aandacht aan (het aansluiten op) bestaande infrastructuur voor AI en bestaande opleidingen. In Nederland bestaat een breed aanbod aan AI-opleidingen aan universiteiten en hogescholen en AI is een zeer populaire studierichting. Omdat de markt voor talent een wereldmarkt is, is bij aanpak van dit probleem de focus van belang: wil men concurreren met de top van de commerciële partijen of legt men de focus op maatschappelijke thema's en trekt men daarmee mensen aan? Het plan geeft nog geen duidelijke aanpak hiervoor.
Positief is dat het voorstel expliciet aandacht geeft aan training en bijscholing voor werknemers, bij wie het werk verandert door AI. Bij deze groep is het ook waarschijnlijker dat zij in Nederland zullen blijven en de nieuwe kennis daadwerkelijk in hun organisatie zullen inzetten.

3. Tijdpad
Het project loopt van 2021-2027 en is verdeeld in 3 fasen met mijlpalen (zie tabel 3, pagina 21). Planning voor fase 1 is ambitieus, waar inrichten van de organisatie en de eerste calls (lijken te) overlappen. Of na 2 jaar projecten al vergenoeg gevorderd zijn voor een go/no-go beslissing blijft de

vraag.
De mijlpalen zijn helder gedefinieerd met streefgetallen voor een groot aantal parameters. Hierbij is echter geen bandbreedte/minimum waarde voor een positieve evaluatie gegeven.

Opsplitsing in verschillende periodes met tussentijdse mijlpalen is positief in die zin dat tussentijds eventueel bijgestuurd kan worden. De mate waarin dit mogelijk is lijkt beperkt, daar het grootste deel van het project wordt uitgevoerd via projectvoorstellen ingediend op open calls/tenders. Daarbij blijft het de vraag of de ingediende projecten voldoen aan de verwachting en resultaten opleveren die de verwachte bijdrage leveren aan het ecosysteem.

4. Organisatie, consortium en positionering in het gebruikersveld
Het consortium NL AIC bestaat uit ruim 400 deelnemers, uit verschillende sectoren, onderzoeksinstellingen, overheid en bedrijven. Er zijn veel (R&D-intensieve) bedrijven betrokken en er ligt een lijst met projecten klaar. Het consortium lijkt daarmee voldoende kwaliteit in huis te hebben om de voorgestelde onderzoeken en toepassingen van AI uit te kunnen voeren. De brede achterban zou aan de andere kant ook een belemmering kunnen zijn om een goede focus te kiezen en kan leiden tot versnippering en het niet maken van keuzes.

De governance moet voor de integraliteit van het programma gaan zorgen waarbij de regie centraal moet worden belegd bij een stichting of regie-orgaan. De stichting/het regie-orgaan wordt verantwoordelijk voor de coördinatie van het programma, inregelen van instrumenten, monitoring en evaluatie. Dit is zeer ambitieus als men bedenkt dat het in fase 1 al snel om 10 calls gaat en meer dan 200 activiteiten/projecten. Daarnaast moet dit in samenwerking/afstemming met in ieder geval 3 departementen, 2 uitvoeringsorganisaties en regionale partners. De governance is nog niet verder uitgewerkt en er is nog geen keuze gemaakt tussen de modellen. Dit aspect is daarmee op dit moment niet te beoordelen. Een verdiepingsslag is vereist. Het risico bestaat anders dat het programma inflexibel wordt en veel vertraging oploopt in de uitvoering.

De aansluiting van de governance op bestaande structuren ontbreekt in het voorliggende plan. Het voorstel zegt voort te bouwen op de structuur van NL AIC. Welke structuur dat is en hoe die verder wordt uitgebouwd wordt niet beschreven. Een goede structuur in de governance en de link met NL AIC is van essentieel belang om dit grote complexe programma beheersbaar te houden. Het besluitvormingsmodel is niet helder, hetgeen tevens het risico op versnippering vergroot. Aandachtspunt hierbij is dat bij het programma grote bedrijven en investeerders zijn aangesloten. Voorkomen moet worden dat deze de uitwerking van het programma domineren, waardoor er te weinig aandacht kan zijn voor kleinere innovatieve MKB bedrijven.

Het hubs-en-spaken model moet gaan zorgen voor de verbinding binnen het brede pakket aan activiteiten en staat daarmee aan de basis van het beoogde AI-ecosysteem. Opvallend hierbij is dat er is gekozen om 5 nieuwe hubs op te gaan bouwen terwijl er al een brede samenwerkingsstructuur van NL AIC ligt. Bestaande organisaties kunnen een rol spelen als hub in het nieuwe eco-systeem, wanneer zij daarvoor eerst een aanvraag indienen. Waarom wordt niet meer uitgegaan van lopende (of in ontwikkeling zijnde) initiatieven die ook bij de AIC zijn aangesloten?

Een aanzienlijk deel van de projectvoorstellen omvat direct toepassingsgerichte ontwikkelingen, waarbij marktpartijen zijn aangesloten die direct belang hebben bij marktintroductie van de technologische ontwikkelingen. Hiermee wordt het aannemelijk dat de technologische ontwikkelingen ook daadwerkelijk toegepast zullen worden. Minder zeker is of de resultaten ook voor meerdere partijen bruikbaar zullen zijn. Op basis van de losse projecten bestaat de kans dat ieder project op zich een positief resultaat oplevert met uitzicht op een commercieel product, maar dat de interactie tussen partijen (zeer) beperkt blijft.

Men streeft naar 500 patenten – afspraken over onderlinge kennisdeling zijn niet uitgewerkt in het plan. Dit is wel van belang om te voorkomen dat de resultaten alleen door de desbetreffende ontwikkelaars(groep) gebruikt zullen worden. Voor het voorkomen dat de baten van de ontwikkelingen in het buitenland neerslaan is geen specifieke aanpak gegeven. Ook dit verdient een nadere verdiepingsslag.

5. Begroting en gevraagd subsidiebedrag

Omvang project en bijdrage fonds.

De omvang van het project voor de gehele periode bedraagt € 2,1 miljard, waarvan € 1,05 miljard uit het Nationaal Groeifonds dient te komen. Voor fase 1 is dat respectievelijk € 698 miljoen en € 345,3 miljoen. De overige financieringsbronnen zijn deels publiek, deels privaat, waarbij het publieke deel een combinatie is van reguliere publieke middelen, PPS-toeslag en EU-bijdragen. Volgens de begroting voor fase 1 omvat de private bijdrage 34,4% , de publieke bijdrage 16,2%. De bijdrage uit het Nationaal Groeifonds bedraagt 49,5% van de totale begroting. Men verwacht dat tijdens de looptijd van het project de private bijdrage zal toenemen – wat echter niet blijkt uit de verdeling over publiek, privaat en groeifonds volgens figuur 4 (pagina 29 van het plan).

Een begroting van 2,1 miljard is zonder meer fors en de vraag blijft in hoeverre dit nu echt aanvullende middelen zijn (zie ook onder 2.2.) op het gebied van AI dan wel de financiering van projecten waarin AI wordt gebruikt. In de bijlage met projecten in voorbereiding staan bijvoorbeeld divers energieprojecten die prima passen binnen de programma's voor de energietransitie en daarvoor zijn al veel middelen beschikbaar. Hetzelfde beeld zien we ook bij de gezondheid & zorg en mobiliteit & transport. Een deel van het AI-voorstel heeft dan ook overlap met lopende publiek gefinancierde programma's. Het voorstel zou zich mogen richten op die projecten/ontwikkelingen waar het echt aanvullend is en een impuls is voor verdere toepassing van AI.

Voor wat betreft de omvang van het programma dient de kanttekening geplaatst te worden dat niet helder is waarop het aantal projecten, labs en netwerken is gebaseerd. Waarom moeten er bijvoorbeeld maar liefst 50 innovatielabs worden opgestart? Waar is dit aantal op gebaseerd? En waarom 25 ELSA-labs? 30 doorbraakketenprojecten? Deze aantallen zijn niet alleen fors maar gaan ook gepaard met een groot deel van de publieke investeringen. Men mag daarom een meer specifieke onderbouwing verwachten van deze aantallen.

De inzet van middelen lijkt bij een aantal instrumenten ook inefficiënt en erg op de eigen activiteit gericht waar juist aansluiting bij lopende initiatieven en reguliere taken voor de hand ligt. Waarom is er voor gekozen om 5 nieuwe hubs op te richten in plaats van voor samenwerking met European Digital Innovation Hub of Smart Industry hubs? Ontwikkeling van curricula is een kerntaak van opleidingsinstellingen maar de eigen bijdrage van de instellingen is beperkt tot 10%.

Zoals eerder vermeld is de private bijdrage beperkt, circa 35%. Voor een toepassingsgericht programma is dit laag. Het potentieel economisch rendement voor het bedrijfsleven is groot door efficiëntere productie en bedrijfsvoering. De economische doelstelling van het voorstel is daarom ook meer bedrijven die meer investeren in AI wat uiteindelijk tot een grotere private bijdrage zou moeten leiden. Een substantiële groei van de private bijdrage in de loop van het programma is niet meegenomen in de begroting. Waarom dient bijvoorbeeld training en bijscholing van werknemers bij bedrijven voor 65% met publieke middelen te worden betaald? Hier geldt toch duidelijk een eigenbelang van het bedrijfsleven en dit zou toch na een eerste opstartfase grotendeels zelf moeten worden gefinancierd?

Hierbij wordt nog als risico genoemd dat bedrijven mogelijk door de coronacrisis niet aan de geplande private bijdrage kunnen voldoen. Als oplossing suggereert men om de verhouding publiek/privaat voor fase 1 anders te laten zijn dan wel om in-kind bijdragen van private partijen sterker te laten meewegen. Een hogere publieke bijdrage zal vermoedelijk in strijd zijn met de (Europese) regelgeving op het gebied van staatsteun en biedt dus geen oplossing.

Zonder af te doen aan de ambities van het voorstel zouden de gevraagde middelen uit het Nationaal Groeifonds significant lager kunnen zijn met meer focus en selectievere inzet van de middelen, beter aansluiten op lopende initiatieven, meer gebruik maken van de meer "reguliere" publieke middelen en meer aandacht voor het uitlokken van extra private investeringen.

Additionaliteit

De voorgestelde ecosysteem-investeringen zijn er niet op nationaal niveau. Investeringen in menselijk

kapitaal lijken zonder de overheid niet goed tot stand te komen. Het project biedt ook een oplossing voor coördinatiefalen, waar een rol van de overheid toegevoegde waarde heeft.
Fundamenteel onderzoek heeft niet de eerste focus vanuit het bedrijfsleven, dus ook hier lijkt een overheidsinzet terecht. De vraag is wel hoeveel fundamenteel onderzoek er binnen het voorgestelde programma gedaan zal worden? Er worden percentages genoemd, maar deze zijn niet toegelicht/onderbouwd.
De praktische toepassingen van AI in het bedrijfsleven zouden mogelijk ook zonder aanvullend overheidsingrijpen, naast het bestaande instrumentarium al wel ontwikkeld worden .

Los van deze aanvraag, wordt via reguliere regelingen en programma's al fors in AI geïnvesteerd. De voortgangsrapportage NDS (juni 2020) raamt de basisfinanciering van het Rijk voor AI-onderzoek op 45 mln. Een analyse van RVO kwam voor 2019 op een totaal van 43 mln. toegekend aan AI-projecten uit EZK-instrumenten. Bij de WBSO is een gestage toename zichtbaar, van 1,8% besteed aan AI in 2014 tot circa 6,7% in 2019. Hieruit blijkt voorzichtig dat ook het bedrijfsleven steeds meer in AI investeert. De meest recente cijfers (publieke investeringen in AI) zouden meegenomen moeten worden in de nulmeting.

6. Effecten, marktpotentieel en business case

Beoogde effecten en KPI's

Het beoogde effect is de realisatie van de potentiële extra groei door inzet op AI van 1,6% bbp (gebaseerd op McKinsey impact-analyse). Door de voorgestelde activiteiten wil men de Nederlandse marktpositie en het verdienvermogen in en met AI materieel verbeteren.

Men verwacht hierbij effecten op verschillende terreinen:

- een toename in het aantal bedrijven dat AI toepast;
- afsprakenstelsels voor delen van data ten behoeve van AI in verschillende sectoren;
- meer private investeringen;
- een goed functionerend ecosysteem;
- toename in AI-experts, algemene AI-kennisniveau
- aandacht voor mensgericht gebruik van AI

Het plan geeft heldere doelstellingen met KPI's (tabel 5, pagina 33 van het plan). Zie ook onder hoofdstuk 2.1. van deze analyse. Deze geven concrete streefgetallen voor bijvoorbeeld aantal startups, octrooien, unicorns en opgeleide studenten en medewerkers in 2023, 2025 en 2027. Wat ontbreekt zijn KPI's op het gebied van maatschappelijke missies. Ook wordt niet bekend wat de uitgangssituatie/nulmeting is. Dit is een aandachtspunt.

Marktpotentieel

Voor het marktpotentieel verwijst men naar verschillende studies die modelmatig de grote potentie van AI op de economie aantonen. Deze verwachten dat AI steeds belangrijker zal worden, in Nederland verwacht men een extra bbp-groei van 1,6%. Dit is een combinatie van productiviteitswinst en meer innovatie, gecorrigeerd voor kosten voor investeringen in AI-systemen en opleidingen.

Ontwikkeling van deze markt over 20 jaar is nauwelijks in te schatten – het voorstel gaat ook niet verder dan getallen uit verschillende rapporten over 2030. Dat deze markt zal groeien en dat AI daar een belangrijke rol in speelt is plausibel. Op basis hiervan is de inschatting dat het risico dat private investeringen niet worden terugverdiend relatief klein is. Aan de ene kant wordt dit bevestigd door de lange lijst met potentiële voorstellen die al bij het voorstel is gevoegd. Aan de andere kant zou men in deze situatie verwachten dat het private deel van de investeringen groter en zekerder zou zijn.

Strategisch belang

Nederland staat op wereldschaal op positie 11 qua AI-Readiness en heeft daarmee een goede uitgangspositie. Tegelijkertijd is samenwerking met andere Europese landen essentieel om tegenwicht te kunnen geven aan grote commerciële bedrijven/Chinese/Amerikaanse ontwikkelingen. Volgens het McKinsey rapport is versterking vooral nodig op het gebied van investeringen, onderzoek, talent en vaardigheden.

Ook vanwege het belang van een mensgericht gebruik van AI is het belangrijk dat Nederland/Europa op deze ontwikkeling in blijven zetten. Om goede afspraken over verantwoord gebruik van AI te maken en dit niet geheel door de markt of de overheid te laten bepalen. Hier kan Europa de 'derde weg' volgen: niet de aanpak waarbij 'big tech' allesbepalend is zoals in de VS en ook niet de gecentraliseerde staatscontrole in bijvoorbeeld China. Deze 'derde weg' stelt de mens centraal. Om dit te bereiken is een goede balans tussen techbedrijven en de overheid essentieel. Met voldoende aandacht voor de ELSA-aspecten.

Gezien de lange lijst met potentiële projecten is dit programma voor de indieners van deze projecten aantrekkelijk genoeg. Vanuit de overheid gezien is het versterken van de goede Nederlandse positie een logische stap. Het belang van AI zal in meerdere sectoren sterk toenemen, daar is het van belang om niet afhankelijk te zijn van kennis uit het buitenland of van commerciële partijen. Hierbij is zoals al gezegd de beperkte aandacht voor de maatschappelijke missies/KIA's wel een tekortkoming in het plan. Meer aandacht hiervoor zou kunnen zorgen dat het programma meer positieve maatschappelijke effecten oplevert.

7. Verankering nadat project is afgerond

De projecten die worden uitgevoerd hebben een einddatum en leiden, zo stelt het plan, niet tot langlopende financiële claims na beëindiging van het programma. Het exit-plan is nog niet volledig uitgewerkt, slechts een aantal grote lijnen wordt genoemd in het plan. De planning, zeker van fase 1, is ambitieus, waarbij de inrichting van de organisatie overlapt met het uitzetten van de eerste calls. Het is dus niet onwaarschijnlijk dat het geheel enige vertraging oploopt.

De aanname dat ontwikkelde curricula zullen worden ingebed in het reguliere onderwijs lijkt plausibel. Het is waarschijnlijk dat dit deel blijvend gebruikt zal worden door hogescholen en universiteiten. Of de samenwerkingen binnen het hubs-en-spaken model zullen blijven bestaan is minder zeker. Dit is sterk afhankelijk van de mate van samenwerking die ontstaat en de resultaten hiervan. Voor de AI-ELSA board wordt inbedding bij een bestaande organisatie gezocht. Ook bij deze aanpak zal een blijvende financiering van deze board nodig zijn. Op onderzoeksgebied gaat men ervan uit dat regionale en Europese stimuleringsmiddelen de rol van het Nationaal Groeifonds deels over zullen nemen. Hoe dit uitpakt is afhankelijk van de mate waarin Nederlandse bedrijven en onderzoeksinstellingen erin zullen slagen om Europese subsidies binnen te halen.

De regiegroep/stichting wordt opgeheven, het ecosysteem zal -volgens het voorstel- worden onderhouden door NL AIC, gefinancierd met bijdragen van de deelnemers van de NL AIC. Hierbij bestaat een substantieel risico dat na de looptijd van het programma nog aanvullende financiering nodig is.

3. Sleutelvragen en antwoorden

#	Sleutelvraag	Antwoord / verwijzing
1	Heeft het Nederlandse bedrijfsleven het vermogen om de kennis van het voorstel tot innovatieve toepassingen te brengen?	Ja, zie 2.4, voorstel is van brede AIC waarin ook veel R&D-intensieve bedrijven zitten.
2	Zijn de juiste partijen betrokken?	Ja, AIC bestaat uit ruim 400 deelnemers, uit verschillende sectoren, onderzoeksinstellingen, overheid en bedrijven
3	Is er voldoende commitment van de kennisgebruikers?	Ja, zie bijlage B met projecten in voorbereiding maar voor het gehele voorstel is private bijdrage laag (zie 2.5) en er is geen hard commitment
4	Wat is de positie van de private partijen, die belang hebben bij de ontwikkelde kennis? (omvang, financierings- en innovatiebereidheid). Is het een goede positie?	Private partijen zijn voldoende betrokken via AIC. Uiteindelijke positie zal sterk afhankelijk zijn van de inrichting van de governance en de praktische uitwerking van de instrumenten

5	Zijn IP afspraken voldoende geadresseerd om weglekrisico's te voorkomen?	IP afspraken zijn niet specifiek benoemd, dit is ook afhankelijk van de uitwerking van de instrumenten. Afspraken over onderlinge kennisdeling zijn niet uitgewerkt in het plan. Bij toepassing gaat het om hogere TRL-niveaus waardoor het belang van de business case kennisdeling beperkt, zie 2.4
6	Biedt het voorstel (een) unieke kans(en) om voor langere termijn garant te staan voor nieuwe bedrijvigheid en toekomstig verdienvermogen?	Uniek niet maar wel noodzakelijk om mee te gaan in een wereldwijde ontwikkeling op het gebied van AI.
7	Zit het voorstel en de organisatie goed in elkaar qua samenhang en fasering van het programma?	Matig, complex programma, beperkte focus en governance nog niet duidelijk, zie 2.4
8	Is het beoogde consortium van voldoende kwaliteit en adequaat toegerust daar waar het toegepaste onderzoek en latere fasen van bedrijvigheid betreft? Wat is de track record van de partijen die betrokken zijn in de governance?	Ja, R&D intensieve bedrijven aangesloten via AIC maar hoe verschillende partijen worden aangesloten op de governance structuur is nog niet duidelijk.
9	Worden private sector en business case denken op de juiste manier gekoppeld aan de kenniswereld?	Ja, via integratieve ketens, AI-innovatielabs (R&D samenwerking), Valorisatie & Technologietransfer en als belangrijkste verbindende schakel de Hubs en spaken
10	Zijn er andere financiële instrumenten die (ten dele) inzetbaar zijn, zodat Groeifonds middelen optimaal ingezet kunnen worden? Neem ook EU financiering mee.	Ja, veel toepassingen kunnen ook (deels) terecht in andere programma zoals bij Energie en Zorg dan wel reguliere instrumenten zoals PPS-toeslag zie 2.5. Aansluiting met andere instrumenten kan sterker, zie 2.2. Wel worden additionele middelen gereserveerd voor de nationale co-financiering bij het Key Digital Technologies partnerschap.
11	Heeft het voorstel relevante internationale (Europese) initiatieven en financieringsmogelijkheden in kaart en speelt het voldoende op de (kansen van) internationale samenwerking in?	Onvoldoende, zie 2.2. Er wordt niet ingegaan op aansluiting bij voor AI belangrijke Europese coalities zoals de AI Alliance of het AI, Data & Robotics partnerschap. Ook wordt niet ingegaan op samenwerking met European Digital Innovation Hub . Er is geen inzet op internationale activiteiten om bilateraal de samenwerking te versterken.
12	Sommige voorstellen, w.o. AI, stellen instrumenten voor. Bijvoorbeeld proeftuinen, PPS-instrumenten. Is de opzet van deze instrumenten goed onderbouwd? (of wijken ze af, door bv. grotere budgetten dan normaal gesproken, andere steunpercentages e.d.)	Matige onderbouwing, verdeling middelen en aantal projecten per instrument is niet specifiek onderbouwd. Instrumenten zijn nog onvoldoende uitgewerkt. Budgetten lijken soms hoog, zie 2.2
13	Welke onzekerheden en risico's bestaan er rondom de realiseerbaarheid van het tot wasdom komen van de voorgestelde innovaties? Zijn de risico's voldoende in kaart?	Risico's tot wasdom komen innovaties worden niet benoemd. Realiseerbaarheid is ook afhankelijk van de projecten en die zijn nog niet bekend. AI heeft zich wel al bewezen in veel toepassingen wereldwijd
14	Is de technologische ontwikkeling al zo ver dat de voorstellen inderdaad kunnen opleveren wat er geschetst wordt?	Ja, kennisbasis is goed, voorstel richt zich op brede toepassing AI, zie 2.1.
15	Is er een aannemelijk mechanisme geschetst waarmee een goede wisselwerking tussen	Het voorstel heeft relatief weinig aandacht voor de maatschappelijke missies, geen mechanisme

	kennisontwikkeling en maatschappelijke toepassing geborgd?	alleen synergie benoemd, zie 1. Wel benoemt het voorstel het belang van mensgerichte AI, ELSA-labs onderzoeken ethische juridische en sociale impact van AI.
16	Draagt het project bij aan vernieuwing en duurzame versterking van toekomstige bedrijvigheid?	Ja, AI zal impact hebben, 1,6% bbp potentieel additionele groei.
17	Is de begroting van voldoende kwaliteit, voldoende onderbouwd en is de planning haalbaar?	Begroting op hoofdlijnen, verdeling middelen en omvang projecten zijn niet onderbouwd.

4. Bijzonderheden / algemene opmerkingen

- Zeer omvangrijk programma waarbij het gebrek aan focus ondervangen zou mogen worden:
  - Risico op versnippering dient ondervangen te worden
  - Onderbouwing aantallen/begroting ontbreekt: waarom 50 innovatielabs, 25 ELSA-labs, 30 doorbraakketenprojecten?
  - Waarom niet bijvoorbeeld een of enkele kleinere, gefocuste programma('s) (wellicht kan het toevoegen van milestones hier al een oplossing gaan zijn)? Bijvoorbeeld met focus op maatschappelijke missies.

- Aandachtspunten begroting en gevraagde middelen NGF
  - De verhouding publiek/privaat – private bijdrage is relatief laag (ca 1/3 privaat).
  - De private bijdrage is nog onvoldoende zeker en wordt onvoldoende uitgelokt.
  - Aansluiting bij lopende programma's en instrumenten waardoor meer reguliere publieke middelen beschikbaar komen voor AI

- Ontwikkeling AI eco-systeem
  - Onvoldoende aansluiting bij bestaande netwerken, nationaal en internationaal
  - Onvoldoende inzicht in aansluiting bij bestaande opleidingen/ontwikkelingen daarin bij universiteiten/hogescholen – wat is aanvullend in dit programma?
  - Rol AIC in uitbouw eco-systeem
  - Aansluiting hubs bij bestaande initiatieven

- Keuzes in en uitwerking van governance

- Exitstrategie, risico op lange termijn publieke middelen nodig?

0. Fondsplan analyse	FoodSwitch Datum: februari 2021
Aanvraag:	FoodSwitch
Initiatiefnemer / leden:	Nederlandse agrofood, tuinbouw en hightech ecosystemen, ondersteund door Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, Topsector Agri & Food, FME en bedrijven, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties
Start- en einddatum:	2021-2030
Gevraagde subsidie:	€ 500 miljoen (totale omvang € 1 miljard)

1. Algemene karakterisering

FoodSwitch ondersteunt de transitie van het Nederlandse voedselsysteem naar een ander verdienmodel. Nu staan we, met name, bekend vanwege de export van grote hoeveelheden voedsel. FoodSwitch helpt cross-sectorale oplossingen te ontwikkelen voor verduurzaming van voedselsystemen en gebruik van meer plantaardige eiwitten. Dit past binnen het streven naar een kennisintensieve exportpositie met producten en technologieën die een hoge toegevoegde waarde vertegenwoordigen.

FoodSwitch heeft een aanvraag voor € 500 miljoen vanuit het NGF ingediend. Hiermee wil zij een programma gaan uitvoeren dat zorg gaat dragen voor versnelde ontwikkelingen binnen precisie voedselsystemen, eiwittransitie en circulaire voedselketens. FoodSwitch zet daarmee in op een combinatie van herkenbare thema's en logische technologieën. Het programma versterkt het innovatieve ecosysteem en past uitstekend bij de ontwikkeling van Nederland als internationale food innovation hub. Een breed palet aan gerenommeerde partijen is actief betrokken en het voorstel biedt goede kansen voor versterking van het verdienvermogen. De vitaliteit van het ecosysteem is verder gebaat bij de vergrote toegankelijkheid voor nieuwkomers door het FoodSwitchprogramma. Hiermee kan een nieuwe generatie aan bedrijven tot wasdom komen.

Herkenbare thema's, logische technologieën
Het programma stelt drie ontwikkelingen binnen het voedselsysteem centraal: precisie voedselsystemen, eiwittransitie en circulaire voedselketens. Dit zijn herkenbare en belangrijke ontwikkelingen, die ook een plek hebben binnen het missiegedreven innovatiebeleid. Er vindt een slimme koppeling plaats tussen deze ontwikkelrichtingen en drie cruciale technologieën: biotechnologie en veredeling, informatietechnologie en smart systems. Op de negen kruispunten van deze matrix is de ontwikkeling van roadmaps (zie Bijlage I voor voorbeelden) voorzien door brede consortia van partijen uit het kennis- en innovatielandschap. Inhoudelijk is dit een sterke propositie, waarin voort wordt gebouwd op reeds ingeslagen paden.

Programmering: flexibel binnen kaders
Het programma omvat de periode 2021-2030. Deels zijn de consortia en hun roadmaps al ingevuld in het voorstel. De invulling van die roadmaps met projecten én de ontwikkeling van nieuwe roadmaps op de kruispunten van de matrix moet grotendeels nog gestalte krijgen. Dit biedt ruimte voor flexibiliteit in de programmering wat met het oog op de doorlooptijd ook noodzakelijk is. Tegelijkertijd schept dit ook een behoefte aan kaders waaraan het voorstel voor de uitvoering niet altijd in voldoende mate tegemoet komt. In de geschetste governancestructuur zal er in ieder geval geen sprake zijn van een fund-in-fund constructie, jaarplannen, en calls van consortia, zullen bijvoorbeeld ten alle tijden ter goedkeuring voorgelegd aan het Nationaal GroeiFonds. Nadere invulling hiervan is wenselijk om de beoogde inhoudelijke ontwikkeling te borgen en het risico op versnippering te beperken.

Ecosysteem en infrastructuur
Nederland heeft internationaal een sterke naam op het gebied van innovatie in de agrifood- en tuinbouwsector. FoodSwitch kan een belangrijke impuls geven aan dit ecosysteem. De roadmaps zijn in potentie een broedplaats voor brede, vruchtbare samenwerking tussen partijen uit de gehele kennis-, innovatie- en valorisatieketen. Hiermee kan de beoogde versterking van het ecosysteem gestalte krijgen.

In het voorstel is verder aandacht voor de positie van startups en scale-ups en de infrastructuur die hen kan ondersteunen hun innovaties tot wasdom te laten komen. Het belang van het actief betrekken van deze partijen is groot, waarmee een goede borging van de openheid en toegankelijkheid van roadmaps voor hen wenselijk is. Voor de vitaliteit van het ecosysteem in de periode ná 2030 is het daarom van belang dat de output van FoodSwitch ook meer geformuleerd wordt in termen van een voor het MKB toegankelijke innovatie-infrastructuur.

Verdienvermogen
Met betrekking tot het verdienvermogen voor Nederland leunt het rapport sterk op een advies van Roland Berger. Een sterk punt is dat er per 'kruispunt' een vrij duidelijk beeld wordt geschetst van de TRL-niveaus waarop de activiteiten binnen FoodSwitch gericht zullen zijn. Voor veel kruispunten wordt ingezet op hogere TRL-niveaus, hetgeen een relatief snelle bijdrage aan het verdienvermogen aannemelijk maakt. Tegelijkertijd zijn er ook enkele kruispunten waarvan wordt aangegeven dat activiteiten van FoodSwitch starten op of vanaf TRL 3/4/5. De bijdrage aan het verdienvermogen in 2030 van deze activiteiten zal beperkt zijn gezien het vroege stadium van ontwikkeling en zal vooral komen van al bestaande ontwikkelingen. Deze lagere TRL niveaus zijn zeker gewenst zodat in de latere fasen van het programma de basis wordt gelegd voor de toekomst na 2030.

De 'doorstroming naar de markt' krijgt veel aandacht in het voorstel. Er zijn en worden veel bedrijven betrokken en faciliteiten in de vorm van testlocaties zijn voorzien. Meer aandacht voor mechanismen die de valorisatie van ontwikkelde kennis ondersteunen zal bij de uitvoeringsfase nodig zijn om zo de geloofwaardigheid van het geprognotiseerde verdienvermogen verder te versterken.

De impact van FoodSwitch loopt door tot 2040, waarbij in 2030 een duidelijke start van de omschakeling te zien zal moeten zijn. Daarnaast kunnen er gedurende de looptijd van het programma indicatoren bijkomen, al naargelang de maatschappelijke context en data die beschikbaar komt uit nieuwe technologieën ontwikkeld binnen en buiten FoodSwitch.

Marktfalen
Er wordt aangegeven waarom het huidige systeem leidt tot marktfalen: samenwerking tussen hightech sector en agrofood sector is beperkt en onvoldoende begrepen. Daarnaast is er fragmentatie van kennis en gebrekkige toegang tot subsidies. In het Foodswitch voorstel wordt geadresseerd hoe zij dit gaan aanpakken. Een ander knelpunt is echter, dat bestaande initiatieven een te korte looptijd hebben en onvoldoende gewicht. Het FoodSwitch voorstel geeft een indruk hoe men dit denkt te voorkomen door de gekozen opzet van samenbundeling in roadmaps en infrastructuur. Het is nu nog onvoldoende duidelijk is hoe FoodSwitch dit knelpunt daadwerkelijk zal veranderen.

Verbinding met Green Deal
De noodzaak om de transitie te ondergaan naar een duurzaam, circulair voedselsysteem is duidelijk. Dit is ook een doelstelling van de Europese Green Deal. In het huidige voorstel wordt deze transitie, echter naar een duurzaam gezond voedselsysteem niet op een foodsystem approach benaderd. Er wordt op diverse plaatsen in de voedselketen ingegrepen, bijvoorbeeld bij de primaire productie, verwerking en verpakking, maar dit wordt niet voor één voedselketen gedaan. De verschillende innovaties lijken hierdoor los van elkaar te staan. Dit kan de impact op verduurzaming beperken. FoodSwitch benadert de transitie nu vooral vanuit een economisch perspectief. Hoewel dit zeer begrijpelijk is vanuit de sector is de bijdrage aan de doelstellingen van de Europese Green Deal (2030) tijdens de looptijd van FoodSwitch daarom beperkt. Er wordt door FoodSwitch verder niet aangegeven hoe ze aansluiting gaan bewerkstellingen met de Europese Green deal.

Al met al is dit huidige FoodSwitch voorstel beleidsmatig gezien een goed plan. Als uitvoeringsplan is het nog onvoldoende uitgewerkt. Ten opzichte van de vorige versie zijn er wel al grote stappen gezet, er is voldoende comfort om te veronderstellen dat de verdere uitwerking van de plannen t.b.v. uitvoering verwezenlijkt gaan worden.

De aanpak van FoodSwitch past bij uitstek bij de sterktes van de Nederlandse agri-food sector. Bedrijven en kennisinstellingen zijn uitstekend gepositioneerd om de geschetste technologieën te ontwikkelen en te commercialiseren. Onze toekomstige marktpositie zal verder worden verstevigd in de transitie naar een steeds duurzamer wordend mondiaal voedselsysteem.

2. Projectomschrijving

1. Probleem en doelstelling

Door de benodigde voedselvraag van de stijgende wereldbevolking, die zorgt voor uitputting van natuurlijke bronnen en toenemende milieuproblemen, is verduurzaming en omschakeling van het huidige voedselproductiesysteem noodzakelijk. FoodSwitch verenigt hiervoor drie essentiële kennis- en innovatienetwerken, zijnde land- en tuinbouw, voedsel en hoogwaardige technologie, en mobiliseert samenwerkingen, innovatie en investeringen voor ontwikkeling en opschaling. Het programma bouwt zo voort op huidige sterkten in het agrofood-ecosysteem en sleuteltechnologieën in NL. De beweging richting de hogere TRL-niveaus is op deze punten realistisch. Versnippering van middelen door het hoge verwachte aantal roadmaps (15-20) is wel een punt van aandacht.

De ambitie en doelstelling van FoodSwitch is om op de lange termijn het verdienvermogen van Nederland te verhogen door met nieuwe technologieën en beschikbare kennis nieuwe systemen te ontwikkelen die bedrijven, boeren en tuinders wereldwijd in staat stellen om op een effectieve en duurzame manier lokaal lekker, gezond en veilig voedsel te produceren en te distribueren, met zo min mogelijk verlies en verspilling in de keten en een zo hoog mogelijke waardering door burgers en consumenten. Dit is een strategische investering, waarmee Nederland haar positie als ontwikkelaar, gebruiker en exporteur van kennisintensieve en duurzame voedselproductiesystemen versterkt. FoodSwitch richt zich op de integratie van biologische, technologische en sociale innovaties vanaf de veredeling en teelt van een gewas tot het product bij de consument, nationaal en internationaal. De focus ligt daarbij op de ontwikkeling, vertaling en toepassing van kennis in technologieën en systemen die de efficiëntie verhogen van zowel de primaire voedselproductie als de verwerking, verpakking en distributie van de geproduceerde producten.

De meeste innovaties die worden beschreven zijn voornamelijk incrementele innovaties. Bestaande producten en technologieën worden aangepast. Dat wil niet zeggen dat in de loop van het programma niet ook ruimte zal zijn voor baanbrekende innovaties. Veel van de roadmaps zijn nog niet compleet uitgewerkt.

FoodSwitch vindt inhoudelijk aansluiting bij de Kennis- en Innovatieagenda (KIA) Landbouw, Water, Voedsel 2020-2023 en is direct verbonden met het NWO thema ‘Transitie naar een duurzaam voedselsysteem’ van de Nationale Wetenschapsagenda, de kennisagenda van de sleuteltechnologieën en Europese Horizon Europe programmaonderdelen voor duurzame voedselproductie.
De thematische zwaartepunten uit het voorstel (precisie voedselsystemen, eiwittransitie en circulaire voedselketens) sluiten aan bij een aantal missies en MMIP’s uit het missiegedreven innovatiebeleid en spelen zo een belangrijke rol bij zowel de realisatie van maatschappelijke doelen en het verdienvermogen van de sector. Zie hiertoe ook de Kennis- en Innovatie Agenda Landbouw, Water, Voedsel (KIA LWV) en met name missie A (kringlooplandbouw) en missie D (Gewaardeerd, gezond en veilig voedsel)

2. Activiteitenplan, realiseerbaarheid en haalbaarheid

FoodSwitch heeft drie programmalijnen (precisie voedselsystemen, eiwittransitie en een circulaire voedselketen) en drie sleuteltechnologieën (Biotechnologie, Information Technology en Smart Systems) geïdentificeerd, die van belang zullen zijn voor de transitie van het mondiale voedselsysteem. Op de knooppunten daarvan zullen nieuwe proposities en innovaties van de Nederlandse Agri-food sector ontstaan. Hiervoor worden zogenaamde ‘roadmaps’ opgezet door consortia van bedrijven, onderwijs- en kennisorganisaties, netwerkorganisaties en andere partijen actief binnen de ecosystemen agrofood en hightech. Voor de eerste fase van FoodSwitch zijn 8

roadmaps ontwikkeld die elk één of meerdere onderdelen van de 9 kruispunten omvatten, die gezamenlijk het werkveld dekken. Op hoofdlijnen heeft FoodSwitch de activiteiten uitgewerkt en dienen verder uitwerkt te worden na de start van het FoodSwitch programma. Elke roadmap heeft aparte interventies die gekoppeld zijn aan de Ontwikkeling en Innovatie positie in het agrofood ecosysteem, maar versterken elkaar op verschillende punten en zullen gebruik maken van gedeelde resultaten en infrastructuur. Vanuit de roadmaps wordt het programma verder opgebouwd in de vorm van 'open calls' waar samenwerkingen van bedrijven, kennis- en opleidingsinstellingen en andere organisaties projecten op kunnen indienen. De calls zullen worden uitgezet door FoodSwitch waarbij, vanuit roadmaps, consortia projecten kunnen indienen, ondersteund vanuit het organiserend vermogen dat samen met FoodSwitch mede toeziet op de samenhang van alle projectvoorstellen en bijbehorende roadmaps.

Het programma zet in op de versterking van werkterreinen waarop recentelijk binnen de topsectoren agri & food en tuinbouw & uitgangsmaterialen al de nodige kennisontwikkeling en innovatie heeft plaatsgevonden. Hiervoor worden technologieën (met name ook vanuit de topsector HTSM) aangewend die binnen het innovatiebeleid zijn aangeduid als sleuteltechnologieën. Deze sleuteltechnologieën worden in veel gevallen al in andere sectoren gebruikt maar nog niet in de agrofood sector. FoodSwitch wil een kraamkamer worden van nieuwe proposities, modellen, concepten en technische oplossingen en richt zich daarom op TRL ('Technology Readiness Level') 4-9 en daarna. De ontwikkeling van een concept dat werkt in het lab (TRL 3) tot een product verloopt binnen FoodSwitch in 3 fases. Deze drie fasen bestaan uit:
- Doorontwikkeling van de conceptfase uit kennisinstellingen, bedrijven, startups en innovators naar praktisch toepasbare systemen (TRL 4-6).
- Testen en demonstreren van systemen in de praktijk (TRL 7) onder andere in de omgevingen zoals hierboven beschreven, opgeschaald naar commercieel relevante productievolumes (TRL 8-9) en geïmplementeerd bij Nederlandse bedrijven in de sector.
- Het op verschillende manieren marktrijp maken van de systemen en technieken door opschaling en introductie in de marktplaats. Hierbij wordt speciaal aandacht besteed aan de adaptatie van technologieën en systemen aan omstandigheden in andere regio's en markten in de wereld.

Deze aanpak zal zeker bijdragen aan het verdienvermogen, de versterking van het ecosysteem en de realisatie van missies kan als kansrijk gekwalificeerd worden.

Het Nederlandse ecosysteem in agrofood en tuinbouw is sterk en internationaal leidend op het gebied van onderzoek, kennis en talent. Als gevolg van deze uitstekende positie, zijn ten minste 2.500 innovatieve MKB's, startups en scale-ups de primaire bron van nieuwe technologieën, systemen en diensten. Uit het rapport van Roland Berger blijkt dat Nederland in de positie is om het bestaande marktaandeel internationaal verder te uit te bouwen. De kwetsbaarheid van het Nederlandse O&I ecosysteem is dat het—ondanks de potentie van individuele bedrijven en kennisinstellingen—nog te versnipperd is en veel bestaande initiatieven een te korte looptijd en onvoldoende 'gewicht' hebben om daadwerkelijk mondiaal een verschil te kunnen maken.
Het bestaande ecosysteem dient versterkt te worden en tegelijkertijd moet het zelf ook omschakelen om te kunnen bijdragen aan een duurzame voedselproductie. Zonder omschakeling zal de agri-foodsector op de duur onder grotere maatschappelijke druk komen te staan (verlies van maatschappelijke legitimatie), verkrijgt het een slechtere marktpositie en zal de omzet en winstmarge dalen.

De infrastructurele aspecten zijn onvoldoende belicht. Er wordt aangegeven, dat er naast bestaande infrastructuren ook gezamenlijke fieldlabs/proeftuinen/proeffabrieken/demonstraties worden opgezet. Wat, waar, hoe en door/van wie wordt echter niet duidelijk omschreven. Hetzelfde geldt voor de bouw van gedeelde infrastructuur. Juist door het opzetten van goede infrastructuur kunnen veel bedrijven en andere organisaties hun technologieën testen en dichter op de markt brengen. Vooral voor kleine MKB'ers is dit essentieel. Dit raakt ook aan een ander punt van zorg. Versterking van bestaande, kansrijke trajecten vindt in het programma een goede aanzet. Maar in de transitie waar het voedselsysteem voor staat, zijn juist ook nieuwe spelers nodig. Wel wordt beschreven dat er aandacht is voor startups en scale-ups, maar hoe dit gestalte krijgt, blijft onduidelijk. Hoe zorg je er bijvoorbeeld voor dat in bestaande consortia voldoende openheid blijft om hierin ook nieuwkomers te

verwelkomen? Dynamiek in het ecosysteem is onontbeerlijk. Ook is niet duidelijk hoe er wordt omgegaan met nieuwe partijen die concurrerend zijn met de huidige consortiumpartners. Worden zij uitgesloten of is er wel ruimte voor hen?

FoodSwitch wordt als penvoerder en overkoepelend orgaan opgezet voor het beheer van dit programma. Deze nieuwe organisatie verdeelt de middelen en zorgt voor samenhang tussen en monitoring van de deelprogramma's (roadmaps). Concrete uitvoering van de activiteiten wordt gedaan door de deelnemers aan de verschillende consortia binnen FoodSwitch.

Binnen de Europese Unie is op dit moment het Green Deal programma in ontwikkeling dat op veel fronten direct aansluit op FoodSwitch. Het biedt dan ook tal van mogelijkheden om samen met Europese partners projecten te ontwikkelen gericht op technologieontwikkeling ten behoeve van duurzame voedselproductie. Via LNV kan ook de verbinding met het Europese en internationale R&D-beleid worden versterkt wat ertoe zou kunnen leiden, dat er daar ook cofinancieringmogelijkheden gevonden kunnen worden, maar belangrijker ook nieuwe markten voor ontwikkelde technologie. Binnen de aanvraag wordt wat betreft aansluiting met de Europese programma's waarschijnlijk gedoeld op het Europese onderzoeksprogramma Horizon Europe, de partnerschappen en de missie Soil Health and Food die hier onder zullen vallen. Er wordt in FoodSwitch niet aangegeven of dit inderdaad bedoeld wordt en hoe ze deze aansluiting gaan bewerkstellingen. Aansluiting zal naar verwachting zeker mogelijk zijn.

FoodSwitch kent verschillende risico's. Het belangrijkste risico is dat de innovaties onvoldoende de markt halen. Door van de betrokken bedrijven een substantiële eigen investering te vragen zullen zij er alles aan doen om dit wel te realiseren. Daarnaast worden veel van de sleuteltechnologieën al in andere sectoren gebruikt en wordt het risico gereduceerd. Een ander risico is dat de systemen onvoldoende in de praktijk worden geïmplementeerd. Door de agrofood bedrijven te laten participeren in de consortia zullen deze echter goed ingevoerd zijn in de nieuwe mogelijkheden en onderkennen dat deze oplossingen hen toekomstperspectief bieden. Niet alle innovaties zullen door de consortiumpartners worden opgepakt. Hiervoor zullen startups worden opgezet. Daarbij speelt altijd het risico dat deze niet doorgroeien tot scale-ups en volwaardige bedrijven. Een gericht valorisatieprogramma en participatie door investeringsfondsen moet dit risico minimaliseren. Het is hierbij onduidelijk welke rol FoodSwitch hierbij voor zichzelf ziet. Het is echter niet gewenst om dergelijke investeringsfondsen / investeringsprogramma's vanuit FoodSwitch te laten aansturen. Hiervoor zijn alternatieve overheidsregelingen van kracht.Een ander risico is dat het bedrijfsleven onvoldoende in sommige aandachtsvelden wil investeren. In dat geval wordt de 50%-eis niet gehaald en moet het aandachtsveld worden verschoven of zal het budget van die roadmap worden verkleind. Tenslotte bestaat het risico is dat het programma niet snel genoeg kan reageren op de snel ontwikkelende en dynamische maatschappelijke vraag naar duurzaamheid. Ook in dat geval zal het programma worden aangepast, mogelijk zullen de thema's worden verengd, juist om toch vaart te maken op meer prioritaire ontwikkelingen.

FoodSwitch heeft meerdere KPI's en procesindicatoren geformuleerd in lijn met de ontwikkeling in drie fases. Hierbij worden aantallen met betrekking tot onderzoeksresultaten, innovaties en valorisaties genoemd.

3. Tijdpad

De looptijd van het programma bedraagt 10 jaar met daarna nog een 10-20 jaar durend commercieel traject. De extra impact van het programma, bovenop de geschetste stijging in verdienvermogen door Roland Berger, zal in het commerciële traject echt zichtbaar worden. De totale looptijd van het programma is reëel.

Het succes van FoodSwitch wordt bepaald door de mate waarin beoogde processen worden uitgevoerd. Is er voldoende commitment van het bedrijfsleven, hoeveel start-ups worden opgezet, lukt het om consortia te vormen, doet het MKB daadwerkelijk mee, etc. In het voorstel staan een 12-tal procesindicatoren omschreven en zijn er in 2022 en 2025 go/no-go momenten gepland. Echter

outputindicatoren gelinkt aan doelstellingen voor de omschakeling zijn nog slechts beperkt gedefinieerd. Deze worden in de roadmaps verder uitgewerkt.

Vanuit de roadmaps wordt in fase 1 (periode 2021 t/m 2025) het programma verder opgebouwd in de vorm van 'open calls' waar samenwerkingen van bedrijven, kennis- en opleidingsinstellingen en andere organisaties projecten op kunnen indienen. De calls zullen worden uitgezet door FoodSwitch waarbij vanuit roadmaps consortia projecten kunnen indienen ondersteund vanuit het organiserend vermogen dat samen met FoodSwitch mede toeziet op de samenhang van alle projectvoorstellen en bijbehorende roadmaps. De calls zullen worden afgestemd met NWO en de TKI's AF, TU en HTSM. Alle projecten zullen worden geëvalueerd en worden beoordeeld door FoodSwitch-onafhankelijke externe specialisten. Om in aanmerking te komen voor investeringen uit FoodSwitch moeten indieners van projecten aan een reeks criteria voldoen (zie p52-53). De verantwoordelijkheid om projectindieners te laten te voldoen aan alle criteria ligt bij de stichting FoodSwitch, voordat de subsidie bij het groeifonds aangevraagd wordt.

4. Organisatie, consortium en positionering in het gebruikersveld

Volgens het plan wordt FoodSwitch geïnitieerd vanuit een aantal actieve consortia, zoals Foodvalley 2020, Brightlands en AgriFood Innovation. Het voornemen is om vanuit FoodSwitch circa 15-20 zogenaamde roadmaps op te zetten, waarbij er per roadmap een consortium zal zijn. Daartoe zullen de participerende netwerkorganisaties FME, ROM's, Foodvalley, Greenports en SFI, samen met de bedrijfspartners en de kennisinstellingen en onder regie van FoodSwitch consortia vormen die op specifieke thema's een gemeenschappelijk doel en ambitie formuleren. Binnen de roadmaps werken MKB's, grote bedrijven, onderwijs- en kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties intensief samen al naar gelang de behoefte aan kennis en ervaring voor dat specifieke project. FoodSwitch wil daarbij 1500 MKB's en boven de 50 grote bedrijven direct betrekken en tenminste 20.000 bedrijven indirect betrekken bij de verschillende actielijnen. Momenteel zijn er meerdere roadmaps deels uitgewerkt. De samenstelling van de consortia en de mate en vorm van betrokkenheid van partijen binnen (en buiten) de consortia is al deels toegelicht. Naar verluidt zal het gehele bestaande ecosysteem betrokken of vertegenwoordigd zijn en de veelheid aan genoemde partners in het plan ondersteunt deze uitspraak. Hieronder bevinden zich onder meer kennisinstellingen, bedrijven, technische universiteiten, banken en investeringsfondsen. De expertise en disciplines die hiermee mogelijk worden ingebracht zijn zeer divers en potentieel is sprake van zeer sterke samenwerkingen. Wie er concreet en met welke mate betrokken zullen zijn en welke vorm deze betrokkenheid heeft, is nog niet volledig bekend en zal ook gedurende de jaren pas bekend worden, bij het verder invullen van de roadmaps en bijbehorende consortia. Wel is het zo dat de partijen, die momenteel al betrokken zijn, zeker de kennis, kunde en slagkracht hebben om mee te doen in deze consortia. Verdere uitwerking van de consortia en de bijbehorende plannen vormen, gezien de ervaring van deelnemende partijen en de uitwerking tot nu toe, geen punt van zorg.

Partijen worden met name inhoudelijk betrokken bij FoodSwitch bij het gestalte geven van roadmaps en projecten. Voor zover deze al zijn uitgewerkt in het voorstel, is een groot aantal partijen betrokken, die belangrijk zijn voor kennisontwikkeling en innovatie. In sommige opzichten kan een verdere uitbreiding van de coalitie de kracht van FoodSwitch versterken:

- Naast kennis m.b.t. voedselsystemen en technologieën is kennis op andere velden van belang. De gewenste transitie van het voedselsysteem vereist bijvoorbeeld ook een sociale, communicatieve en onderwijskundige impuls. FoodSwitch onderkent dit. Het samenwerkingsverband dient dan ook versterkt te worden door het betrekken van meer expertise op deze gebieden, zowel op academisch als uitvoerend niveau;
- Het betrekken van meer partijen die gespecialiseerd zijn in de kennisverspreiding naar en toepassing door MKB-ondernemers is van belang om de valorisatie succesvol gestalte te geven. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan HBO-instellingen;
- Daarnaast is ook de openheid van de consortia van belang die aan de roadmaps werken. Nieuwe toetreders kunnen voor nieuwe impulsen zorgen. Dit staat soms op gespannen voet met de (perceptie van) belangen van reeds betrokken partijen. Een goede toegankelijkheid voor nieuwkomers komt de levenskracht van het ecosysteem ten goede en dient daardoor voorwaardelijk te zijn bij een eventuele toekenning vanuit het NGF.

Het is niet duidelijk welk deel van de middelen bedoeld is voor aansluiting met internationale/EU-consortia. Er is alleen aangegeven dat de Green Deal mogelijkheden kan bieden en dat via LNV de verbinding met het Europese en internationale R&D-beleid versterkt kan worden en dat er daar ook cofinancieringmogelijkheden gevonden kunnen worden.

Bijdrage (in kind, financieel, etc.) van private partijen bedraagt minimaal 50% in het gehele programma (bestaande uit onderzoek, ontwikkeling en demonstratie). Daarnaast zullen private partijen middelen moeten investeren voor de commercialisatiefase om tot het potentiële economische rendement te komen. De bijdrage zijn al met al proportioneel in relatie tot potentieel economisch rendement.

De Stichting FoodSwitch zal worden opgericht zodra een positieve beslissing is genomen over de toekenning vanuit het NGF. De stichting wordt bestuurd door een Executive Board (EB), bestaande uit een algemeen directeur en een financieel directeur. De stichting draagt de zorg voor het operationele beheer van het project en maakt daarvoor waar nodig/mogelijk gebruik van externe partijen uit het netwerk. De stichting is onder meer verantwoordelijk voor de voortgang en besteding van de subsidie, consolidatie van individuele plannen van consortia tot één FoodSwitch jaarplan, het monitoren van de algehele voortgang en zal jaarlijks rapporteren aan (de uitvoerder van) het Groeifonds.

Het uitvoerend bestuur legt het jaarplan voor aan de Program Board (PB). De PB bestaat uit negen leden, die iedere drie jaar wisselen en afkomstig zijn uit de partnerorganisaties en NGO's. De PB stelt de EB aan. Verantwoordelijkheden zijn voornamelijk het bewaken van de algemene belangen van de partners, de overkoepelende verwachtingen en doelstellingen van het programma en de KPI's.
Boven de PB staat de Supervisory Board (SB), bestaande uit een onafhankelijke voorzitter en twee leden uit het bedrijfsleven resp. kennisinstellingen. De SB ziet toe op de algehele strategie, interactie en synergiën tussen de roadmaps en partners en treedt op bij potentiële conflicterende belangen of prioriteiten. De organisatievorm is duidelijk en de governance lijkt afdoende ingeregeld. Het is echter niet bekend wie of welke organisaties in de verschillende boards zitting zullen nemen, waardoor niet te beoordelen is welke kennis en ervaring hierin aanwezig is en of dit toereikend zal zijn voor beheer van dit omvattende programma. In afwezigheid hiervan zullen synergiën tussen de roadmaps en partners beperkt blijven.

De balans tussen, enerzijds regie en flexibiliteit voor het consortium en anderzijds de (eind)verantwoordelijkheid van de overheid om te borgen dat het geld doeltreffend, doelmatig en rechtmatig wordt uitgegeven lijkt voldoende aanwezig. De jaarplannen en roadmaps zijn sturend voor het gehele FoodSwitch programma, maar binnen de roadmaps liggen de activiteiten niet voor de gehele looptijd vast. Er worden standaard 'Consortium Agreements' opgesteld om uniformiteit binnen het geheel aan roadmaps te creëren, maar deze bevatten wel enige flexibiliteit die gewenst en nodig is om innovatie te blijven stimuleren en op de juiste manier te kunnen sturen. Jaarplannen worden vooraf ter goedkeuring aan de Staat voorgelegd. De EB houdt toezicht op het behalen van de geplande resultaten en rapporteert aan en bespreekt deze met de subsidiegever. Tevens zijn tussentijdse go/no-go momenten ingebouwd om activiteiten te kunnen staken of aanpassen, indien niet de gewenste resultaten worden behaald. Precieze invulling van de relatie tussen overheid en FoodSwitch en tussen de rechten en plichten dienen nog wel uitgewerkt te worden.

Het plan geeft inzicht in hoe wordt omgegaan met intellectueel eigendom en hoe gezorgd wordt dat dit in Nederland kan blijven zodat onze concurrentiepositie behouden blijft. Per consortium dient dit uitgewerkt te worden.

5. Begroting en gevraagd subsidiebedrag

De omvang van het project is € 1 mrd. De gevraagde bijdrage vanuit het NGF is € 500 mln. en de overige € 500 mln. wordt verstrekt door participerende bedrijven, ROMs, EU programma's , investeringsfondsen en verkregen via andere financieringsmogelijkheden. Concrete partijen worden niet genoemd op dit moment. Bij het beoordelen van de calls binnen een roadmap zal echter het aantonen van het eigen financieringsdeel een harde voorwaarde moeten zijn.

Zonder de bijdrage vanuit het NGFin FoodSwitch komen investeringen in een toegankelijke infrastructuur minder goed tot stand. Innovatie op het raakvlak van deze topsectoren expertisevelden (HTSM, AF en TU) worden de laatste jaren steeds vaker zichtbaar. Hier is ook een zekere ondersteuning voor (MIT-regeling, Agro FoodTech Platform, High Tech te Feed the World) al ontbeert deze een solide programmatische context. Vaak wordt de vernieuwende techniek ingebracht door relatief kleinschalige bedrijven en/of onverwachte samenwerkingsverbanden. Dat zijn ook de partijen die participeren in hogere TRL's en die ná de R&D-fase problemen ondervinden bij de stap naar de markt en de opschaling. Als zij kunnen terugvallen op een robuuste innovatie-infrastructuur en netwerken, verhoogt dit de snelheid van hun ontwikkeling, alsmede het geloof in succes en trekken zij gemakkelijker investeerders aan. Dat vereist investeringen in een robuuste én toegankelijke infrastructuur (te starten vanuit een solide programmatische omgeving) waarbij de kosten voor de baten uitgaan. Het belang van dergelijke investeringen ontstijgt het individuele bedrijfsbelang en komt dan ook zonder publieke interventie moeizaam of niet tot stand. Kleine bedrijven hebben het geld niet. Grote bedrijven vaak wel. Maar uit overwegingen van concurrentiële aard zijn zij terughoudend met forse investeringen in een gezamenlijke infrastructuur. Al met al zal zonder een bijdrage van het NGF de innovatie op beperktere schaal en langzamer plaatsvinden. Verder zal er minder samenwerking plaatsvinden tussen de Agri-Food en HTSM sector.

Agrofood is bij uitstek een sector waarbij externe effecten (uitstoot, diversiteit, dierenwelzijn) onvoldoende worden meegerekend en waarvoor ondernemers geen vergoeding krijgen (incentives afwezig). Dit maakt ook dat zaken niet of niet snel genoeg door de markt worden opgepakt, omdat concepten of technieken nog te experimenteel of te risicovol zijn om door de markt zelfstandig gefinancierd te worden. Er is een hoge mate van markt- en systeemfalen, wat met het voorstel wordt aangepakt. Dit voorstel kan zo goed aansluiten bij de Farm-to-Fork strategie van de EU. Het voorstel zorgt voor focus en stimuleert partijen om te kijken naar nieuwe technieken en naar nieuwe mogelijke markten. Het NGF versnelt zo de opbouw van onze kennis en marktpositie hierin. Het eerste risico wordt door het NGF gedragen en verlaagt zo de drempel voor andere NL partijen om toe te treden en deel te nemen.

Vele bedrijven hebben aangegeven in cash en 'in kind' bij te dragen (zie ook LOIs in bijlage). Additioneel zullen bijdragen worden ingezet vanuit PPS-toeslag, regionale fondsen, EU-programma's, venture en andere mogelijkheden. Gezien de huidige mate van uitwerking van de plannen zijn deze intenties voldoende.

Commitment van de kennisgebruikers is aanwezig, gezien de betrokken partijen in de consortia en de aanwezige LOI waarin men o.a. het belang van het programma onderschrijft en aangeeft deel te nemen.

De begroting toont op hoofdlijnen de inzet van de gevraagde subsidie per jaar en de private bijdrage per jaar. In de beginjaren is de inzet van de subsidie relatief groot, omdat in het begin van het programma meer ontwikkelactiviteiten worden voorzien. In latere jaren ligt de focus op opschaling en vermarkting, wat niet/in mindere mate vanuit de subsidie wordt gefinancierd maar vanuit privaat kapitaal. RVO acht het aannemelijk dat veel bedrijven en andere partnerorganisaties tegen die tijd langdurig betrokken zijn bij de ontwikkelingen/projecten, het risico om te investeren verlaagd is en hun investering de drempel om te investeren door andere partijen ook weer kan verlagen. Dit neemt barrières weg die nu nog in de markt bestaan en bijvoorbeeld tot oprichting van sectorspecifieke incubatorprogramma's hebben geleid. FoodSwitch heeft zelf echter niet voldoende toegelicht hoe de initiatieven voldoende 'investor ready' worden en/of ook gebruik gemaakt zal worden van incubator- of andere specifieke programma's. Voor verscheidene roadmaps zijn een verdere verdeling van investeringen over fases binnen het project gegeven.

De subsidie wordt grofweg aan drie onderdelen uitgegeven: 1) management (EB, SB, PB), 2) organiserend vermogen (waaronder actief zoeken en screenen van innovatiekansen, een deskundige 'roadmap-trekker', het opbouwen van netwerken en faciliteren van samenwerking en 3) de roadmaps (het ontwikkelen, testen, opschalen en versnellen van technieken en systemen). De verdeling van de subsidie over deze drie onderdelen is respectievelijk € 40 miljoen., € 60 miljoen. en € 400 miljoen op

een totaal van € 1 miljard over 10 jaar. De beheerkosten voor het programma liggen op 20 miljoen voor de volledige 10 jaar en zijn acceptabel.

FoodSwitch wil met 2 tranches werken, waarbij tranche 1 € 276 miljoen bedraagt (2021-2022) en tranche 2 € 224 miljard). In de eerste fase wordt een impuls van vijf jaar gegeven aan de eerste roadmaps. Na twee jaar (eind 2022) zal een analyse gemaakt worden van het succes van de aanpak als een go – no go moment. Het resultaat van de analyse zal worden voorgelegd aan het NGF en bij succes zal een aanvraag bij het NGF worden gedaan voor aanvullende investeringen in nieuwe roadmaps en projecten over de periode 2025-2030. In 2026 wordt een tweede deel-totaal rapportage opgesteld, waarin specifiek wordt getoetst hoeveel nieuwe concepten zijn doorontwikkeld naar praktisch toepasbare systemen en waarbij het geheel van de tot dan toe behaalde KPI's wordt beoordeeld. Dit zijn kritische momenten voor het welslagen van het programma en de resultaten zullen consequenties hebben voor het verdere verloop.

Er zijn diverse financiële instrumenten die inzetbaar kunnen zijn (Horizon Europe, Interreg, EFRO, Life). Bij de meeste instrumenten zal er wel samengewerkt moeten worden met buitenlandse partijen en het aandeel NLse deelnemers in één project mag niet te hoog zijn. Op deze manier is het wel mogelijk om kennis en expertise te vergaren die in Nederland niet voldoende aanwezig is. In FoodSwitch wordt dit niet uitgewerkt hoe deze instrumenten ingezet zullen worden.

6. Effecten, marktpotentieel en business case

De drie gekozen thema's en sleuteltechnologieën zijn belangrijk voor het toekomstige verdienmodel. Primair wordt hiermee de marktpositie van technologieën (als basis voor duurzame productiesystemen verbeterd. De Nederlandse voedselproducenten krijgen een voorsprong door als eerste gebruiker van die nieuwe systemen op te treden. Deze bedrijven zijn betrokken bij het in beeld brengen van behoeften, de ontwikkeling, testfasen en de lancering. Het marktpotentieel ligt internationaal vooral in goed ontwikkelde en relatief rijke landen.

Het voorstel van FoodSwitch heeft ter onderbouwing van de verwachte impact een rapport van Roland Berger toegevoegd, waarin men zich richt op het marktpotentieel van 22 kansen die liggen op de knooppunten tussen de drie programmalijnen en de drie sleuteltechnologieën. De nieuwe markten nemen toe met € 29 miljard aan mogelijk verdienvermogen voor NL in 2030. Deze onderbouwing baseert zich op de groei van de markt en de al aanwezige Nederlandse bedrijven. Dit rapport is indicatief voor het potentieel van de nieuwe markten, maar onderbouwt niet volledig de impact van dit voorstel. Het voorstel zelf bedraagt een periode van 10 jaar van ontwikkeling en eerste commercialisatie. De daadwerkelijke impact zal pas in substantiële mate na 2030 worden gevoeld. Het is echter aannemelijk dat de impact van dit voorstel gezien de gekozen doelstellingen, focus op valorisatie en betrokkenheid van private partijen zich positief verhoudt ten opzichte van de investering door het NGF. De toekomstbestendigheid en perspectieven van de sector worden versterkt door middel van dit voorstel.

FoodSwitch heeft effecten zoals CO2 uitstoot niet gekwantificeerd in haar voorstel. Echter, de programmalijnen hebben allemaal verduurzaming en CO2-reductie als uitganspunt van de uitvoering. Ter illustratie, de eiwittransitie naar meer plantaardige proteïnen zorgt voor een CO2 reductie door een afname van gebruik van dierlijke proteïnen (bron van CO2).

FoodSwitch heeft in potentie de volgende maatschappelijk impact (niet gekwantificeerd):

- Integrale afname van gebruik energie, water, nutriënten, bestrijdingsmiddelen en andere input voor de mondiale voedselproductie. Het maakt een stijgende output mogelijk (SDG; bestrijding honger)
- Integrale reductie van de uitstoot van broeikasgassen over de gehele keten van het voedselsysteem.
- Mate waarin Nederlandse technieken en systemen succesvol bijdragen aan het verduurzamen van de teelt, verwerking en distributie op de productielocatie.
- Voorkomen en verminderen van voedselverspilling in de mondiale voedselketen.

- FoodSwitch draagt daarin ook bij aan het terugbrengen van het gebruik van plastic in voedselverpakkingen.
- Hoger percentage producten met betere gezondheid, veiligheid en duurzaamheid.
- Verkleinen van de afhankelijk van externe omstandigheden en daarmee het verhogen van de stabiliteit en het aanpassingsvermogen van voedselproductiesystemen.
- Meer toekomstperspectief voor boeren en meer maatschappelijke legitimiteit.

FoodSwitch maakt een onderscheid tussen output indicatoren en procesindicatoren. De outputindicatoren zijn direct verbonden aan de roadmaps en worden dusdanig concreet geformuleerd dat deze goed meetbaar zijn en beïnvloedbaar door de partners van een roadmap. Ook hier geldt dat momenteel nog slechts enkele concrete outputindicatoren geformuleerd zijn omdat de roadmaps nog niet uitgewerkt zijn. Dit dient verder uitgewerkt te worden. Op basis van de geschetste voorbeelden is er echter voldoende vertrouwen ,dat de outputindicatoren concreet en meetbaar zullen zijn en gezamenlijk de beoogde effecten van het programma kunnen sorteren.

De outputindicatoren zullen een langere tijd nodig hebben om gerealiseerd te worden. De procesindicatoren zijn echter al eerder meetbaar en bevatten zaken als het aantal ontwikkelde roadmaps met een private commitment van minimaal € 30 mln., het aantal nieuwe producten op de markt gebracht met een jaaromzet van minimaal € 1 mln. en het aantal MKB-bedrijven dat participeert door middel van een commitment van minimaal € 50k. De 12 genoemde procesindicatoren zijn concreet en meetbaar en dragen bij aan het vertrouwen in dit initiatief en de inzet die van de betrokkenen verwacht kan worden.

Toename van het verdienvermogen is plausibel, aangezien het voorstel zich richt op technieken en producten die worden ontwikkeld én gecommercialiseerd (TRL4-9). De gekozen richting in het programma is daarbij in lijn met de groeiende globale ontwikkeling om tot een meer duurzaam voedselsysteem te komen.

Het voorstel betreft een programma bestaande uit meerdere consortia (projecten) met meerdere businesscases. Op programmaniveau is het aannemelijk gezien het potentiële verdienvermogen dat de businesscase positief uitpakt. Op consortiumniveau valt dit niet te bepalen uit dit voorstel. Verdere uitwerking is daarvoor nodig. Bij beoordeling van de calls zal dit een toekenningscriteria zijn volgens FoodSwitch.

7. Verankering nadat project is afgerond

Zorgpunt is dat de infrastructurele output / outcome onderbelicht blijft. Elementen van die infrastructuur worden zeker genoemd in het voorstel. Die verankering zit o.a. in de kracht en wendbaarheid van het ecosysteem. Aan de versterking van dat ecosysteem wordt gewerkt door combinatie van initiatieven rond FoodValley, FoodSwitch, WEF innovatiecentrum. Maar naast die onontbeerlijke institutionele structuren gaat het voor met name kleine ondernemers ook om fysieke structuren. Testlocaties, ontmoetingsplekken, opleidingsplekken, etc. ze worden benoemd in het plan, maar de borging voor de lange termijn ontbreekt nog. Hoewel dat minder tastbaar is, geldt dit ook voor andere voorwaardelijke infrastructurele voorzieningen. Innovatie vereist ook andere vormen van inbedding: sociale acceptatie, (juridische) experimenteerruimte, etc. als je een rode loper voor innovatie in de toekomst wil uitrollen, is borging van dit soort aspecten belangrijk.

De activiteiten van FoodSwitch lopen door na afloop van de tienjarige periode, enkel de additionele financiering van het NGF stopt. FoodSwitch zal ook blijven bestaan om het ecosysteem te blijven faciliteren. Het is op dit moment nog niet duidelijk hoe de kosten na het ‘project’ Foodswitch worden gedragen. Inmiddels hebben de activiteiten zich dan ook ontwikkeld van precompetitief naar competitieve vermarktbare systemen. Men verwacht dat deze activiteiten na afloop van de tienjarige periode tot nieuwe samenwerkingsprojecten met kennisinstellingen leiden. Deze aanname is aannemelijk, gezien de langjarige inspanningen en betrokkenheid van de partijen tot dat moment. Ook blijft de infrastructuur, in eigendom van bepaalde partners, maar waaraan mogelijk is bijgedragen door het programma, bestaan. De verwachting is dat deze vaak unieke infrastructuur de samenwerking

tussen bedrijven en instellingen in stand houdt of nieuwe samenwerkingen stimuleert. Dit laatste is niet expliciet beschreven maar ligt wel in de lijn der verwachting. Voor de vele consortiumpartners is het eerste risico deels weggenomen door de bijdrage vanuit het NGF en de langjarige betrokkenheid verlaagt het risico verder, waardoor vervolginvesteringen een aantrekkelijkere risico-rendementsverhouding krijgen. Men verwacht ook dat de impuls vanuit het FoodSwitch programma nieuwe financiering zal aantrekken, zowel tijdens het programma (co-investering met marktpartijen die zelfstandig financieren te risicovol vinden) als daarna. Dit is aannemelijk.

3. Sleutelvragen en antwoorden

#	Sleutelvraag	Antwoord / verwijzing
1	Heeft het Nederlandse bedrijfsleven het vermogen om de kennis van het voorstel tot innovatieve toepassingen te brengen?	Ja, Het voorstel past bij uitstek bij Nederland in de huidige situatie. De betrokken bedrijven uit de agri-food sector, in de reeds geschetste consortia hebben zeer zeker het vermogen en de ervaring om de kennis tot innovatieve toepassingen te brengen.
2	Zijn de juiste partijen betrokken?	Ja, Een verscheidenheid aan relevante partijen zijn betrokken bij het project.
3	Is er voldoende commitment van de kennisgebruikers?	Ja, er zijn al meerdere consortia beschreven. Bij de aanvraag zijn LOI van meerdere kennisgebruikers toegevoegd. Voor deze fase, waarin het voorstel zich bevindt, is het voldoende. Voor de uitvoeringsfase dient dit geconcretiseerd te worden en onvoorwaardelijk te zijn. Er is voldoende comfort dat dit zich als zodanig ontwikkelt.
4	Wat is de positie van de private partijen, die belang hebben bij de ontwikkelde kennis? (omvang, financierings- en innovatiebereidheid). Is het een goede positie?	De marktpositie van de bedrijven uit de agri-food sector is uitstekend. Zoals eerder vermeld hebben de betrokken partijen de kennis, kunde en middelen om deel te nemen aan FoodSwitch.
5	Zijn IP afspraken voldoende geadresseerd om weglekrisico's te voorkomen?	Ja, binnen elke consortium zullen daar afspraken over worden gemaakt .
6	Biedt het voorstel (een) unieke kans(en) om voor langere termijn garant te staan voor nieuwe bedrijvigheid en toekomstig verdienvermogen?	Ja, dit is een strategische investering waarmee Nederland haar positie als ontwikkelaar, toepasser en exporteur van kennisintensieve en duurzame voedselproductiesystemen verder versterkt. FoodSwitch richt zich op de integratie van biologische, technologische en sociale innovaties vanaf de veredeling en teelt van een gewas tot het product bij de consument, nationaal en internationaal. De focus ligt daarbij op de ontwikkeling, vertaling en toepassing van kennis in technologieën en systemen die de efficiëntie verhogen van zowel de primaire voedselproductie als de verwerking, verpakking en distributie van de geproduceerde producten
7	Zit het voorstel en de organisatie goed in elkaar qua samenhang en fasering van het programma?	Ja, op dit moment is het voldoende uitgewerkt. Voordat uitvoering kan plaatsvinden zal de organisatie en fasering nog verder verdiept moeten worden.
8	Is het beoogde consortium van voldoende kwaliteit en adequaat toegerust daar waar het toegepaste onderzoek en latere fasen van bedrijvigheid betreft? Wat is de track	Ja, de geschetste consortia zullen zeker toegerust zijn om tot een succesvolle uitvoering van het programma te komen. De betrokken NLse

	record van de partijen die betrokken zijn in de governance?	bedrijven en instellingen horen bij de top van de agri-food sector.
9	Worden private sector en business case denken op de juiste manier gekoppeld aan de kenniswereld?	Ja, deze aanvraag bouwt verder op eerdere samenwerkingen tussen bedrijven en kennisinstellingen.
10	Zijn er andere financiële instrumenten die (ten dele) inzetbaar zijn, zodat Groeifonds middelen optimaal ingezet kunnen worden? Neem ook EU financiering mee.	Ja, aansluiting bij bijvoorbeeld Europese programma is mogelijk.
11	Heeft het voorstel relevante internationale (Europese) initiatieven en financieringsmogelijkheden in kaart en speelt het voldoende op de (kansen van) internationale samenwerking in?	Nee, dit is in dit voorstel nog onvoldoende beschreven. In de praktijk zien we wel dat Nederlandse bedrijven een goede positie hebben in internationale initiatieven
12	Sommige voorstellen, w.o. AI, stellen instrumenten voor. Bijvoorbeeld proeftuinen, PPS-instrumenten. Is de opzet van deze instrumenten goed onderbouwd? (of wijken ze af, door bv. grotere budgetten dan normaal gesproken, andere steunpercentages e.d.)	Binnen het programma zal dit binnen elke roadmap en consortium uitgewerkt worden. In de huidige aanvraag is dat nog onvoldoende meegenomen.
13	Welke onzekerheden en risico's bestaan er rondom de realiseerbaarheid van het tot wasdom komen van de voorgestelde innovaties? Zijn de risico's voldoende in kaart?	FoodSwitch heeft deze op hoog niveau in kaart gebracht. Per roadmap zal er een afzonderlijke risicoanalyse gemaakt moeten worden. Dit zal een essentieel onderdeel van het uitvoeringsplan moeten zijn.
14	Is de technologische ontwikkeling al zo ver dat de voorstellen inderdaad kunnen opleveren wat er geschetst wordt?	Ja, van de geschetste consortia en roadmaps met de hogere TRL niveaus is de technologische ontwikkeling daadwerkelijk zover, dat het geschetste verdienvermogen kan worden behaald.
15	Is er een aannemelijk mechanisme geschetst waarmee een goede wisselwerking tussen kennisontwikkeling en maatschappelijke toepassing geborgd?	Ja, de gekozen knooppunten binnen FoodSwitch gekoppeld met ondersteunde ontwikkelingsfase (TRL 4-9) zorgen dat de kennisontwikkeling maatschappelijk relevant en toepasbaar is.
16	Draagt het project bij aan vernieuwing en duurzame versterking van toekomstige bedrijvigheid?	Ja, zie ook sleutelvraag 6. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de focus initieel op de hogere TRL niveaus ligt. De lagere TRLs (onderzoeksfase) zijn in mindere mate aanwezig in het voorstel. Deze activiteiten kunnen mogelijk wel in de latere roadmaps en consortia opgenomen worden. Voor de nog langere termijn zou dat verstandig zijn voor de versterking van het verdienvermogen.
17	Is de begroting van voldoende kwaliteit, voldoende onderbouwd en is de planning haalbaar?	Nee, het voorstel betreft nog geen uitvoeringsplan. Vanuit het perspectief van uitvoering is de begroting niet toereikend, maar vanuit het perspectief van een beleidsplan is het voldoende. Ten tijde van uitvoering en beoordeling zal verdere onderbouwing per consortium nodig zijn.

4. Bijzonderheden / algemene opmerkingen

De aanvraag is in beginsel professioneel en kwalitatief goed opgezet. Voor een goede governance en het mitigeren van risico's zijn de volgende voorwaarden en aandachtspunten echter essentieel:

- Maak voorafgaand aan de start van het programma inzichtelijk welke private partijen met elkaar de private bijdrage à € 500 mln zullen financieren. Bij de start van het programma zou dit op hoofdlijnen inzichtelijk moeten zijn voor de roadmaps die vanaf fase 1 ontwikkeld worden. Voor later te ontwikkelen activiteiten zou die helderheid gegeven moeten worden, voorafgaand aan de goedkeuring ervan.
- Maak inzichtelijk welke organisaties in de verschillende 'boards' van FoodSwitch zitting zullen nemen en welke achterban zij daarin vertegenwoordigen.
- Maak inzichtelijk hoe de organisatie van verschillende soorten testlocaties gestalte krijgt. Het gaat hier om faciliteiten waar met name MKB-ondernemingen hun producten (in wording) kunnen testen, zoals fieldlabs, proefboerderijen, pilots, demo's en andere testomgevingen:
    - Wie is eigenaar?
    - Hoe wordt de toegankelijkheid voor alle leden van het consortium geborgd?
    - Hoe kan deze test-infrastructuur ook ná 2030 toegankelijk blijven voor vernieuwers van het voedselsysteem?
- Geef in het organisatiemodel aan:
    - Hoe de kruisbestuiving tussen projecten en roadmaps wordt gewaarborgd;
    - Hoe de toegankelijkheid van roadmaps voor nieuwe deelnemers wordt gewaarborgd;
    - Hoe de sturing op programmatische integriteit en samenhang zich verhoudt tot de sturing op het niveau van roadmaps en projecten (span vs. depth of control).
- Verdere uitwerking van de output-indicatoren van de roadmaps is wenselijk om programmatische sturing te versterken.
- Maak inzichtelijk hoe de verspreiding van preconcurrentieel ontwikkelde kennis plaatsvindt als opmaat voor de valorisatie in met name het MKB. Het betrekken van partijen die hier ervaring mee hebben en voldoende toegankelijk zijn voor kleine ondernemers strekt tot aanbeveling. Kennisverspreiding verdient expliciete aandacht binnen het programma.
- Om de maatschappelijke output van FoodSwitch beter te verankeren, is het wenselijk dat een kwantificering plaatsvindt van de verduurzaming dier ermee gerealiseerd wordt.

Bijlage I Voorbeelden van roadmaps

Roadmap 1: Autonomous Adaptive Greenhouses

Lange termijn doel

Nederland is wereldleider op het gebied van export van tuinbouwtechnologie biedt daarmee een duurzamer alternatief op het gebied van resource efficiëntie van water/energie/chemicaliën/arbeid /ruimtebeslag t.o.v. low tech of open veld teelt. Daarnaast wordt de kwaliteit van het geleverde product en de ingezette arbeid naar een hoger plan getild; minder repetitieve handelingen verschuiving van “groene vingers” naar operator ondersteund met dataservices. De klimaatverandering en geopolitieke spanningen zullen de transitie naar beschermde teelt wereldwijd versterken, vooral in de buurt van megacities. De beschikbaarheid van een ervaren tuinder is in veel gevallen de bottleneck voor investeerders om de tuinbouwproductie rondom grote steden in de wereld op te schalen. De ontwerpgereedschappen en simulatie tools die worden ontwikkeld voor, met en vervolgens overgedragen aan de bedrijven stelt hen in staat om de milieu en duurzaamheidswinsten te bereiken en inzichtelijk te maken. Deze roadmap sluit aan bij de kruispunten Precision Food Systems met IT en met Smart Systems en leidt tot nieuwe onderscheidende kas technologieën, sector breed toegepaste digital twins, ontwerpgereedschappen, data infrastructuur en innovatieve AI gebaseerde diensten.

Verdienvermogen

Nederland heeft al een goede positie op het gebied van tuinbouwtechnologie met een marktaandeel van 1,9 procent en een jaarlijks verdienvermogen van 18,7 miljard euro. Door een wereld sterk stijgende vraag naar duurzame tuinbouw productiesystemen kan dat verdienvermogen ruim verdubbeld worden in 2030 naar jaarlijks 39,2 miljard euro. Dat verdienvermogen is voornamelijk te creëren door in te zetten op nieuwe diensten en systemen. Zo kunnen AI gebaseerde diensten leiden tot schaalbare (semi) autonome en/of remote controlled kasproductiesystemen. Door het beschikbaar komen van de (semi) autonome teeltsystemen wordt extra groei in de export van kassentechnologie gerealiseerd, omdat met “growing as a service” de investeerders minder risico’s lopen. Bedrijven zien kansen om de huidige export van technologie (kassen en teeltsystemen) binnen 5 jaar te verdubbelen van 1 naar 2 miljard en grote kansen om diensten te leveren op het gebied van exploitatie van autonome kassen. Dat gaat echter niet vanzelf. Hoewel het Nederlandse ecosysteem innovatief is, bestaat het primair uit kleine MKB-bedrijven die beperkt middelen hebben om systemen snel te ontwikkelen en op te schalen, cruciaal om de internationale concurrentie voor te blijven. Daarnaast wordt de waarde van propositie sterk bepaald door de samenhang van de verschillende technologieën die in praktijk versnipperd worden ontwikkeld en met hoog afbreukrisico afgenomen moeten worden. Via deze roadmap interveniëren we in het systeem door individuele initiatieven en stakeholders in de keten samen te brengen, zodat nieuwe technologie en systemen versneld ontwikkeld en opgeschaald worden en van voldoende kapitaal worden voorzien.

Consortium

Stichting Hortivation is de penvoerder in het consortium. Zowel Hortivation als de Club van 100 hebben een werkwijze opgezet om collectief kennis te ontwikkelen en te valoriseren, middels kennisoverdracht en uitgeven van licenties aan de bedrijven. De ambitie is om beide ledentallen verder te laten groeien van 75 tot meer dan 150, veelal MKB-bedrijven. Wageningen University & Research en het Agtech institute van de TU Delft is actief samen met diverse van de betrokken bedrijven op het gebied van sensoren, robotica en AI-toepassingen. De regionale Greenport West-Holland ondersteunt het consortium vanuit haar digitaliseringsagenda die gezamenlijk binnen het Innovatiepact is ontwikkeld met Innovation Quarter, marktpartijen, kennisinstellingen en overheden. Deze roadmap wordt verbonden met het Agrifoodtech initiatief van de metropoolregio Rotterdam Den Haag. Brightlands Campus Greenport Venlo neemt deel met het Future Farming Institute en richt zich op koppeling genetica, tuinbouwtechnologie en consumenteneigenschappen, samen met regionale startups, MKB, en grootbedrijven als BASF. Er is een inhoudelijke koppeling met de FoodSwitch roadmap Indoor Farming, bepaalde technologieontwikkeling wordt gezamenlijk geprogrammeerd. De kennisinstellingen zitten in beide roadmaps en coördineren de gezamenlijke kennisontwikkeling.

Planning

De eerste fase van de roadmap heeft een beoogde looptijd van 5 jaar. Er zijn 10 programmalijnen gedefinieerd die toewerken naar de autonome kas. De middellange termijn doelen (2-3 jaar) zijn nieuwe (internationaal) inzetbare kastechnologieën (voorbeelden: ontvochtigingsinstallaties, teeltsystemen, glascoatings, foliekasconcepten, CO2 Direct Air Capture systemen) en gevalideerde digital twins waarmee kasproductiesystemen kunnen worden ontworpen en wereldwijd geoptimaliseerd. Voor de lange termijn (4-7 jaar) zullen verschillende technologische deeloplossingen steeds meer geïntegreerd worden via remote naar autonome kassen. Naarmate de kassen meer autonoom worden ontstaan nieuwe diensten om kassen op afstand aan te sturen door middel van innovatieve AI gebaseerde diensten.

Dit programma is een mix van pre-concurrentieel werk en concurrentiele projecten. Op korte termijn (2jr) leidt dit programma tot een vermindering van de engineeringkosten van 20%, en een verwachte groei van de export van kassentechnologie van 20% vanwege de ontwikkeling van nieuwe beter presterende producten. Op de middellange termijn (5jr) wordt verwacht dat er diensten beschikbaar komen waardoor (semi) autonome kassen als een schaalbaar product kunnen worden weggezet. De omvang en waarde van deze diensten hangt af van de betrouwbaarheid van de ontwikkelde (AI) systemen en wordt ingeschat op ca. 1 tot 5% van de productiewaarde.

Partners [M€]	In-kind	In-cash	Subsidies	Totaal
Bedrijven	10,00	11,00	21,00	42,00
Kennisinstellingen	1,75	-	1,75	3,50
Overig	-	-	-	-
Totaal	11,75	11,00	22,75	45,50

Kosten [M€]	2021	2022	2023-2025	Totaal
Ontwikkeling kastechnologieën	6	6	13	25
Validering kassystemen	1	2	6	9
Demonstratie, training en opleiding	0,35	0,65	3	4
Implementatie & diensten	1	1,5	4,5	7
Organisatie	0,1	0,15	0,25	0,5
Totaal	**8,45**	**10,3**	**26,75**	**45,5**
Subsidie	**4,23**	**5,15**	**13,38**	**22,75**

Roadmap 5: The Global Protein Shift Powerhouse

Lange termijn doel

Doel van de roadmap is om Nederland door te ontwikkelen tot marktleider c.q. global protein power house op t.a.v. technologie en systemen voor de productie van plantaardige eiwitten. De globale duurzaamheidsimpact van (technologieën voor de productie van) ingrediënten die bijdragen aan een evenwichtig voedselpatroon is onomstreden. Met inzet van slimme, vernieuwende technologische eiwitoplossingen worden verliezen lager (efficiënter grondstofgebruik), daalt de energie-input per geproduceerde eenheid (minimal processing) en profiteren industrie én consument optimaal van duurzame eiwit oplossingen (smart technologie). De markt van duurzame eiwitproducten blijft de komende decennia toenemen. Alleen al de mondiale markt voor vleesvervangers stijgt tot 35 miljard dollar in 2027. Indrukwekkende targets van bedrijven als Unilever (‘1 miljard omzet in variaties op

vlees en zuivel in 2027') en AH ('AH zet dubbel in op vega') doen de vraag naar hoogwaardige plantaardige eiwithoudende ingrediënten en producten verder groeien.

Verdienvermogen

Nederland staat wereldwijd bekend als koploper op het gebied van plantaardige eiwitten. Al in de jaren '90 agendeerden onze onderzoekers de urgentie van de Eiwittransitie. Bedrijven, kennisinstellingen, overheden en onderwijsinstellingen bouwden de afgelopen twee decennia samen een Protein Shift ecosysteem dat mondiaal haar gelijke niet. Ketenbrede betrokkenheid bij en commitment van stakeholders maakt dat het ecosysteem efficiënt functioneert. Met als resultaat dat Nederland internationale faam maakt met baanbrekende duurzame plantaardige eiwitinnovaties. Nu al zijn Nederlandse technische vindingen interessante targets voor investeerders, getuige recente financieringsrondes voor start-ups als The Protein Brewery (22 M€), MosaMeats (55 M$) en Protix (45 M€). Nadrukkelijk wordt in dit kader de verdienpotentie van fermentatie ten behoeve van duurzame eiwitproductie benoemd. Uitrollen van toekomstbestendige business cases voor ondernemers in de primaire sector vormt tevens een belangrijk deel van het lange termijn verdienvermogen. Vanuit Nederland zijn de eerste initiatieven al zichtbaar, bijvoorbeeld Those Vegan Cowboys en De Nieuwe Melkboer.

Tegelijkertijd zit er nog steeds een gat tussen ambitie en werkelijkheid. Om daadwerkelijk marktleider te worden moeten we sneller en op grotere schaal innoveren. Dat komt met name omdat ontwikkeling en opschaling van betreffende technologie vaak complexe samenwerking vraagt tussen verschillende organisaties in de productieketen. In de praktijk blijkt het bijvoorbeeld lastig om nieuwe grondstoffen te creëren doordat marktpotentieel aanvankelijk moeilijk aangetoond kan worden en omdat winst voor individuele bedrijven pas realistisch is wanneer op redelijke schaal getest kan worden. Op mondiale schaal ligt nog een andere uitdaging: nu al hebben 800 miljoen mensen een tekort aan eiwitten. Opzetten van lokale eiwitproductie, met respect voor regionale gewoontes en infrastructuur, is wenselijk. Het doorbreken van deze impasses en het verlagen van risico's zal de centrale rol zijn van een investering uit het groeifonds.

Consortium

De roadmap wordt gezamenlijk getrokken door Foodvalley NL en Wageningen University & Research en wordt uitgevoerd door een brede groep aan partners die sleutelspelers zijn in de transitie. Van Corporates, MKB, startups en scale-ups, clusterorganisaties en kennispartners en partijen die hun intentie hebben benoemd tot actieve deelname, is hieronder benoemd.

- • Corporates: Agrifirm, Ardadis, Avebe, Cosun, DSM, FrieslandCampina, Mars, Upfield, VGZ en Unilever.
- • MKB / start-ups/ scale-ups: Bodex, Fumi, MFH, Protix, Protifarm, Plantum NL, Schouten, Rubisco Foods, The protein brewery, The vegan Cowboys, NIZO, TOP.
- • Clusters: FME, Green protein Alliance, Planet BIO, Sustainable Food Initiative, The Protein Cluster.
- Kennispartners: Wageningen University & Research, University Utrecht, Louis Bolk instituut, TU Twente.

Planning

De roadmap heeft een looptijd van 10 jaar en bestaat uit vijf programmalijnen waarbij in de eerste fase investeringen worden voorzien t/m 2025. Ze sluiten aan bij motivators en sterktes van de Nederlandse industrie, overheden (bijvoorbeeld vanuit de Nationale Eiwitstrategie en de EU Farm to Fork strategie).

Programmalijnen	Activiteiten (voorbeelden)
Advanced Protein Breeding	✓ Versneld veredelen en beschikbaar maken van nieuwe eiwitrijke gewassen via high-tech methodes (bv Speed Breeding) met respect voor de wensen van de boer, industrie en consument (2021-2026). ✓ Veredelen van zetmeelhoudende gewassen ten behoeve van verhoogde eiwitproductie, voedingswaarde, kwaliteit, en smaak (2022-2028).
Novel Protein Production	✓ Ontwikkeling en opschaling van innovatieve technieken voor grootschalige productie van eiwit, bijvoorbeeld precision fermentatie, inclusief algen en microbieel eiwit (2021-2024). ✓ Optimalisatie en opschaling van gecultiveerde eiwitten in oa 'kweekvlees' (2021-2028).
Smart Protein Extraction & Blending	✓ Ontwikkelen van nieuwe technologieën voor eiwitextractie en plantaardige producten, inclusief gedeelde faciliteiten om opschaling mogelijk te maken (2021-2028). ✓ Opzetten 'smart protein blending database' tbv onderbouwing van genoemde eigenschappen, vorming van mengsels van plantaardige ingrediënten (2020-2024).
Protein upcycling	✓ Efficiënte, voedselveilige productie en verwerking van bijvoorbeeld insecten, bij voorkeur op basis van reststromen, als duurzame voedselbron voor dier en mens (2021-2025). ✓ Opschaling van technieken voor verwerking van eiwithoudende reststromen zoals bietenblad en bierbostel (2021-2024). ✓ Omzetting van dierlijke reststromen naar voor dier of mens eetbare eiwitten, bv eendenkroosteelt uit digestaat (2021-2023). ✓ Inzet van state-of-the-art technologie voor de verwerking van dierlijke stromen tot diermeel, als bron van eiwit in diervoeding (*nu nog niet toegestaan*) (2021-2026).
Personalized Protein Consumption	✓ Opzetten en implementatie van gepersonaliseerd eiwitdieet voor specifieke doelgroepen, bijvoorbeeld ouderen, kinderen en chronisch zieken, gebruik makend van actuele monitoring en moderne data-evaluatiemiddelen (2021-2025). ✓ Multi-nutriënt monitoring en sturing, gericht op de gezonde(re) consument, met daarin eiwit als één van de belangrijke nutriënten (naast bv koolhydraten, vetten, vezels, vitamines en mineralen) (2021-2027).

Naast de inhoudelijke 5-actielijnen is zichtbaarheid en mondiale uitrol van de Global Protein Powerhouse cruciaal. Vanaf 2021 wordt hierop ingezet via nationale en internationale events, handelsmissies en initiatieven zoals de Floriade 2022 en het recent opgerichte Food Innovation Hubs.

Partners [M€]	In-kind	In-cash	Subsidie	Totaal
Bedrijven	15,00	32,50	47,50	95,00
Kennisinstellingen	10,25	-	10,25	20,50
Overig	5,50	-	5,50	11,00
Totaal	**30,75**	**32,50**	**63,25**	**126,50**

Kosten [M€]	2021	2022	2023-2025	Totaal
Protein breeding & novel protein production	12,00	13,00	30,00	55,00
Smart protein extraction & blending	4,00	11,00	10,00	25,00
Personalised protein consumption	1,00	6,00	7,50	14,50
Protein upcycling	2,00	8,00	20,00	30,00
Organisatie	0,30	0,40	1,30	2,00
Totaal	**19,30**	**38,40**	**68,80**	**126,50**
Waarvan subsidie	**9,65**	**19,20**	**34,40**	**63,25**

0. Fondsplan analyse	GROENVERMOGEN VAN DE NEDERLANDSE ECONOMIE Behandelteam: RVO Datum: februari 2021
Aanvraag:	Groenvermogen
Initiatiefnemer / leden:	Topsectoren Chemie, Energie en HTSM
Start- en einddatum:	2021 - 2028
Gevraagde subsidie:	€ 738 miljoen

1. Algemene karakterisering

Een krachtig nationaal innovatie-ecosysteem voor waterstofproductie en -toepassingen is de hoofddoelstelling van het project. Samenwerking tussen overheden, marktpartijen, kennisinstellingen, netwerkbedrijven en maatschappelijke organisaties is nodig om de ontwikkeling van een waterstofsysteem vorm te geven. Dit voorstel versterkt die samenwerking over de volle breedte. .
Uit de kabinetsvisie waterstof wordt blijkt het belang van instrumentarium voor onderzoek, opschaling en uitrol. De project aanvraag geeft hier invulling aan. . Dat is nodig, want de private marktinitiatieven missen tot op heden een concrete investeringspropositie.

De aanvraag maakt duidelijk dat waterstofontwikkelingen essentieel zijn voor de Nederlandse economie en de verduurzaming daarvan. Belangrijke industriële sectoren kunnen alleen voor Nederland behouden worden als zij klimaatneutraal worden, en zonder waterstof is dat niet goed denkbaar. De benodigde waterstof wordt hier geproduceerd, maar later vermoedelijk voor een groter deel geïmporteerd. De elektriciteitsvoorziening wordt goeddeels gebaseerd op variabele hernieuwbare energiebronnen, en zonder waterstof om dat systeem te stabiliseren en te balanceren is dat economisch en technisch niet mogelijk. In eindgebruikssectoren als de gebouwde omgeving en transport kan waterstof voor verduurzaming zorgen in specifieke segmenten, die anders moeilijk te vergroenen zijn. En de gas infrastructuur van Nederland verschaft een unieke en krachtige startpositie, en kan ons ook positioneren als waterstofhub in Noord West Europa.

Het voorliggende programma bevat een goede reflectie op het belang van waterstof voor Nederland, en geeft een o.i. realistisch beeld van de (economische) noodzaak om daarop in te zetten. De kansen worden herkenbaar beschreven, al plaatsen wij kanttekeningen bij de mogelijkheden voor omvangrijke productie van elektrolyse-installaties in Nederland. Zelfs als zich hier geen OEM vestigt kan in Nederland overigens wel een betekenisvolle en innovatieve toeleverings industrie opgebouwd worden. De omvang van het programma past bij de ambitie van Nederland om – met Europese partners en rekening h
oudend met wereldwijde ontwikkelingen – in de voorhoede mee te spelen. Onze startpositie om dat te doen is goed.

Sterk

- Het programma creëert samenhangend en sterker innovatie-ecosysteem met alle pijlers van zo'n systeem: onderwijs, onderzoek en innovatie, industriële opschaling.

- De aanvraag gaat in op de hele waardeketen van productie, transport en opslag, toepassingen de maakindustrie. Het geeft aan waar snel stappen gemaakt kunnen worden om de waterstofketen vorm te geven en wat daarvoor nodig is. Het legt ook een fundament voor duurzame inzet en uitnutting.

- Er is een concrete lijst met initiatieven om te investeren in productie, transport, opslag en toepassing van klimaatneutrale waterstof, cumulatief 1.500 megawatt (MW) en € 3 miljard aan investeringen met investeringsbeslissing in de komende vijf jaar. Dit bevestigt de betrokkenheid van dit ecosysteem en is een indicatie dat de partijen willen investeren.

- Aanbieders, gebruikers en overheden zijn het eens over noodzaak én belang van waterstof voor de grondstoffen - en energietransitie. Scenario's opgesteld door Berenschot voorzien

groei naar 30-50% duurzame waterstof op basis van het verwachte energieverbruik in 2050. Dit biedt goede kansen voor behoud van huidige verdienmodellen en groei in nieuwe verdienmodellen. In het Roland Berger rapport (zie bijlage B) wordt dit goed gekwantificeerd. Naast het behoud van werkgelegenheid wordt een potentiele groei voorzien in zowel FTE (23.000 – 41.000 banen) als financieel 14-26 miljard euro extra omzet per jaar.

- De publiek-private governance, die in dit voorstel is uitgewerkt, is mede gericht op het invullen van de coördinerende rol van de overheid. De governance wordt ingevuld door deskundigen en bestuurders uit de markt – de overheid faciliteert de governance en gebruikt de informatie uit het programma om input op te halen voor het bredere nationale waterstofprogramma van het kabinet en de eventuele inbreng in de EU-beleidsontwikkeling.

Aandachtspunten

- Hoewel het belang van toepassing van waterstof breed wordt gedeeld, is onzeker welke rol Nederland kan spelen in de hele waardeketen. Hoe sterk is de concurrerende kracht op het gebied van toeleverancier, productie en innovatie (make or buy)?

- Uit de omschrijving van het project wordt niet duidelijk wie de subsidie gelden toewijst en hoe deze verdeeld worden.

- Uit de omschrijving komt niet duidelijk naar voren hoe de onderlinge afspraken geborgd worden en hoe deze verankerd gaan worden in juridische entiteiten. Wel wordt aangegeven dat dit meegenomen wordt in de uitwerking van het project.

- Het voorstel is vooral in het hoofdgedeelte (pp. 1–45) niet overal goed geïnformeerd wat op het niveau van de EU-regelingen speelt.

2. Projectomschrijving

1. Probleem en doelstelling

De **ambitie** is om het bestaande verdienvermogen te behouden en versterken en nieuwe duurzame economische kansen te bieden via de ontwikkeling en opschaling van klimaatneutrale waterstof en groene elektronen gebaseerde producten en diensten. Het sluit aan bij de krachten van Nederland (zoals de huidige infrastructuur met haar internationale verbindingen, het grote ontwikkelpotentieel voor wind op de Noordzee, de sterke chemie- en energieclusters en maakindustrie, en de sterke kennispositie op het terrein van gassen) en de invulling van de klimaatdoelstelling. Het innovatie ecosysteem voor waterstof wordt uitgebouwd en daarmee wordt een sterke internationale positie gecreëerd voor Nederlandse bedrijven en kennisinstellingen.

Het project richt zich primair op het **benutten van de economische kansen voor waterstof in de energie- en grondstoffentransitie**. Het versnelt de toepassing van klimaatneutrale waterstof en ‘groene elektronen’. Tijdig en substantieel investeren, inclusief de bijbehorende kennisbasis, zorgt ervoor dat Nederland meedoet in het ontwikkelen van nieuwe duurzame verdienmodellen (bijvoorbeeld groene chemie, synthetische en bio-based brandstoffen, de toelevering en productie van electrolyse-installaties en systeemintegratie) en een hub-positie van waterstof voor N-West Europa kan innemen. Ook kunnen belangrijke pijlers van het huidige verdienvermogen worden behouden, zoals energie-intensieve industrieën en het zijn van een internationaal logistiek knooppunt.

Het probleem waar het project aan werkt is het vraagstuk dat de **kosten van klimaatneutrale waterstof moeten dalen** om te concurreren met fossiele alternatieven en om uiteindelijk de gehele energievoorziening en chemische en andere CO2-intensieve industrie te kunnen verduurzamen. Dit wil het consortium realiseren door te investeren in de opschaling van de productiecapaciteit. Opschaling

zorgt enerzijds voor economische schaalvoordelen bij de productie, anderzijds voor de industrialisering en standaardisering in de leveringsketen; beide ontwikkelingen drukken de kosten. Transport en de vraagkant zijn onderdelen van deze leveringsketen. De aanvraag is dan ook tevens gericht op innovatie in het transport van waterstof en innovatie bij de vraagkant van de markt. Nederland is een infra knooppunt en heeft een zeer sterk industrieel complex. De transitie in distributiesystemen van waterstof is groot en complex. De transitie in de industrie van 'hydrocarbon based' naar 'hydrogen & energy' based is ook omvangrijk. Er zullen nieuwe productieprocessen, materialengebruik en nieuwe concepten moeten worden onderzocht. Dat geldt zowel voor de chemie, voor de staalindustrie als voor de kunstmestindustrie. Innovatie in Nederland zal vooral de totale systeemkosten verlagen.

Dit plan voorziet hierin door drie onderdelen:

- Snelle en substantiële **schaalvergroting via subsidietenders** voor o.a. inpassing van 3-5 productiefaciliteiten op substantiële schaal (10-20 MW), realisatie van de Final Investment Decision (FID) voor 3x 100 MW productiecapaciteit voor groene waterstof vóór 2023 en grootschalige toepassingen.
- Uitvoering van een breed nationaal **onderzoek en innovatie** programma (TRL2-8) met zeven programmalijnen gericht op zowel toepassingsgericht als meer fundamenteel onderzoek naar de gehele waardeketen (productie, transport, opslag en gebruik), alsmede de socio-economische en juridische aspecten van waterstof.
- Een **Human Capital Agenda** met realisatie van nationaal platform voor uitwisseling kennis en opleidingsmogelijkheden, de ontwikkeling van regionale learning communities; en ontwikkeling van een nationaal pakket van onderwijsprogramma's.

De drie doelstellingen zijn inhoudelijk goed uitgewerkt en gekwantificeerd, maar de wijze waarop de geldmiddelen moeten worden toegekend dient nog verder uitgewerkt te worden. De onderdelen vullen elkaar goed aan, waardoor het een stevig programma vormt. Het programma is innovatief op alle onderdelen van de waterstofwaardeketen en schept daarmee kansen voor hoogwaardige bedrijvigheid en werkgelegenheid. De voorgestelde governance is een goede aanzet om tot een effectieve sturing te komen op de inhoudelijke elementen van de verschillende programma's. De inrichting van de uitvoeringsorganisatie en -processen, en de implementatie daarvan door partijen is een logische vervolgstap voor de fase na deze ronde.

Dit voorstel is erg belangrijk voor de realisatie van de waterstofambities uit het Klimaatakkoord van 500 MW aan elektrolysecapaciteit in 2025 en bij de kabinetsvisie waterstof, waarvoor nu nog (bijna) geen ondersteuningsmogelijkheden voor zijn. Ook sluit het project aan bij de Europese waterstofambities van 6 GW in 2024 en 40 GW in 2030. Nederland wil hier een belangrijke rol inspelen. Hiervoor is het van belang om tot serieuze, substantiële en interdisciplinaire programma's te komen in Nederland, omdat we anders projecten en talent dreigen te verliezen aan het buitenland door te trage ontwikkeling. We worden snel ingehaald door omringende landen met grote nationale investeringsbudgetten (bijvoorbeeld Duitsland € 9 miljard en Frankrijk € 7 miljard).
Dit jaar worden de ambities verder concreet wordt gemaakt door het opzetten van een Nationaal Waterstof Programma (NWP) door de cross-sectorale werkgroep.

2. Activiteitenplan, realiseerbaarheid en haalbaarheid

De drie hiervoor genoemde onderdelen kennen elk hun eigen doelstelling, maar kunnen alleen in samenhang slagen. Voor de opschaling en toepassing van klimaatneutrale waterstof is een nauwe wisselwerking nodig tussen concrete waterstofprojecten en verdere innovatie en scholing, zodat deze elkaar versterken.

Realisatie van waterstofprojecten

Het eerste onderdeel van het plan, schaalvergroting via subsidietenders, faciliteert de inpassing van waterstofproductie en -toepassing in bestaande energiesystemen en industrieclusters, via waterstofprojecten op substantiële schaal (10-20 MW). De focus ligt op waterstofprojecten die binnen 1-2 jaar te realiseren zijn en zo de opschaling versnellen. De twee volgende regelingen zijn beschikbaar voor grootschalige productie en toepassing van waterstof.

Uit bijlage 2 van het Ronald Berger rapport wordt duidelijk dat Nederland met Duitsland de grootste Europese producent is van grijze waterstof voor gebruik als grondstof in de industrie. In 2018 werd 176 PJ (alleen in Nederland) waterstof geproduceerd die voor 81% werd gebruikt voor:

1. Ammoniaproductie, 65 PJ (37%)
2. Raffinage, 59 PJ (34%)
3. Methanolproductie, 18 PJ (10%).

Voor deze industrieën is het eenvoudig om over te stappen van grijze naar klimaatneutrale waterstof indien deze grootschalig en continu (leveringszekerheid) aanwezig is. De verwachting is dat grootschalige import nog lang op zich laat wachten en het dus van groot belang is om het in eigen land te maken. Hiermee is het mogelijk om klimaatneutrale ammonia en methanol te maken, waarmee ook alle producten die daarmee worden vervaardigd een klimaatneutrale basis hebben. In de raffinage is het proces met waterstof te vergroenen, maar blijven de producten een fossiele basis hebben.

Onderzoek en innovatie
Het onderzoeks- en innovatieprogramma moet de investeringen in opschalingsprojecten versterken. De processen voor productie en toepassing van waterstof zijn nu vaak nog te duur en kennen technische risico's. Die processen zijn nog niet (uit)ontwikkeld, moeten veel efficiënter en effectiever worden, de kosten moeten omlaag, goedkopere materialen zijn nodig met een hogere performance en dit alles moet geïntegreerd worden in voornamelijk bestaande productieketens. Bovendien zijn nieuwe verdienmodellen nodig om aanvullende private investeringen aan te trekken. Hiervoor wordt een doelgericht, nationaal onderzoeks- en innovatieprogramma opgezet.

Het nationaal onderzoeks- en innovatieprogramma heeft de volgende zeven programmalijnen:

- Klimaatneutraal waterstof maken.
- Transport en opslag van waterstof.
- Direct gebruik van waterstof.
- Groene waterstof en elektronen voor op koolstof gebaseerde chemie.
- Groene waterstof en elektronen voor op stikstof gebaseerde chemie.
- Groene waterstof en elektronen voor halffabricaten en 'specialties'.
- Doorsnijdende onderwerpen voor een klimaatneutrale waterstof waardeketen.

De eerste programmalijn sluit aan op de eventuele maakindustrie voor de productie van elektrolyse-installaties in Nederland. Het potentieel voor een omvangrijke maakindustrie van electrolyse-intallaties in Nederland is vermoedelijk bescheiden gezien het internationale speelveld. Wel kan op onderdelen een toeleverende industrie ontstaan en kunnen specifieke niches uitgebouwd worden. De andere 6 zijn toegespitst op de bredere 'waterstofeconomie' waar de grootste kansen liggen en de onderscheidende kracht van Nederland kan worden benut, waaronder het industrieel profiel, de waterstof opslagmogelijkheden in bijvoorbeeld zoutcavernes en lege gasvelden, de dichte gasinfrastructuur, de leidingen naar alle woningen en het logistieke knooppunt.
De laatste programmalijn richt zich op de dwarsverbanden tussen de overige programmalijnen. Daaronder systeemintegratie en socio-economische vragen, zoals het analyseren van kostenontwikkelingen, verdringingseffecten, regulering en marktinrichtingen en life cycle analyses. Hierdoor kan goed grip gehouden worden op de koers en kan zo nodig worden bijgestuurd.

Human Capital
De Human Capital agenda bestaat uit de volgende elementen:

- Realisatie van nationaal platform voor uitwisseling kennis en opleidingsmogelijkheden.
- Ontwikkeling van regionale learning communities met deelname van onderwijs, onderzoeksinstellingen, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties.
- Ontwikkeling van een nationaal pakket van onderwijsprogramma's rond waterstof en groene chemie op alle niveaus (MBO tot WO) met regionale uitvoering gekoppeld aan bestaande en nieuw op te bouwen specialisaties.

De Human Capital Agenda zal nadrukkelijk synergie zoeken met de investeringen vanuit het Just Transition Fund van de EU.

3. Tijdpad
De investeringspropositie concentreert zich in de periode 2021-2025. Voor het nationaal onderzoeks- en innovatieprogramma voor waterstof en groene chemie is in de periode 2021-2028
Belangrijke mijlpalen gedurende het hele traject zijn – uitgaande van een start in 2021: 2022

- 2022. Realisatie eerste waterstofprojecten; organisatie van tenders en sandpit-procedures voor het onderzoeksprogramma afgerond, alle werkpakketten van start.
- 2023. Start van de bouw van de eerste productiefaciliteiten van 100 MW.
- 2024. Start van de bouw van de eerste demonstratiefaciliteiten voor grootschalige toepassing van klimaatneutrale waterstof.
- 2025. Productiefaciliteiten van 100 MW gerealiseerd; learning communities en nationaal platform draaien op volle sterkte, kosten en uitvoering gedragen door bestaande consortia; compleet aanbod van ontwikkel- en opleidingstrajecten op het gebied van klimaatneutrale waterstof.
- 2026. Realisatie faciliteiten voor grootschalige toepassing klimaatneutrale waterstof, voortbouwend op demonstratie en innovatieprogramma.
- 2028. Afronding nationaal onderzoeks- en innovatieprogramma

Er zullen vooral beslissende momenten zijn in de eerste jaren van het programma:

- Goedkeuring voor staatssteun aan grootschalige productie en toepassing van waterstof in 2021 als voorwaarde voor starten tenders vanaf 2021.
- Succesvol doorlopen van sand pits voor het invullen van de werkpakketten binnen de zeven programmalijnen voor 2022.
- De publicatie van de nationale Human Capital Agenda ‘waterstof en groene chemie’ eind 2021, die de benodigde investeringen in ontwikkeling learning communities en onderwijsmodules moet onderbouwen.

4. Organisatie, consortium en positionering in het gebruikersveld
Dit voorstel is belangrijk voor de realisatie van de waterstofambities uit het Klimaatakkoord van 500 MW aan elektrolysecapaciteit in 2025 en bij de kabinetsvisie waterstof, waarvoor nu nog maar zeer beperkt ondersteuningsmogelijkheden zijn. Ook sluit het project aan bij de Europese waterstofambities van 6 GW in 2024 en 40 GW in 2030. Nederland heeft aangegeven hier een belangrijke rol in te willen spelen. Hiervoor is het van belang om tot serieuze, substantiële en interdisciplinaire programma’s te komen in Nederland, omdat Nederland anders projecten en talent dreigt te verliezen aan het buitenland. Gezien het grote belang van waterstof voor Nederland moet de Nederlandse inspanning van passende omvang zijn, vergeleken met andere Europese landen. Het voorstel maakt overigens niet expliciet duidelijk dat een inzet van circa € 2 miljard, met ruim € 700 miljoen overheidsbijdrage, zo’n passende inspanning is.

In Nederland spelen verschillende clusterinitiatieven rond waterstof die zich in met name de nationale industrieclusters concentreren, te weten Noord-Nederland, Amsterdam/Noord-Holland, Rotterdam/Moerdijk, Zeeland en Limburg. In deze clusters worden demonstratieprojecten ontwikkeld en er zijn plannen voor investeringsprojecten. Daarmee ontstaat een voedingsbodem voor een brede, nationale ontwikkeling van waterstof die voldoende massa heeft om een impuls aan deze ontwikkeling te geven en ‘serieuze’ hoeveelheden groene waterstof voor verscheidene toepassingen te produceren.

Naast de industrieclusters zijn ook andere regio’s actief bij de ontwikkeling van waterstof betrokken, zoals de waterstofactiviteiten in en rond Arnhem in Oost-Nederland waar zich in de afgelopen 10-15 jaar een MKB-cluster heeft ontwikkeld rond de productie van waterstoftechnologie. Hetzelfde geldt voor de Brainport-regio rond Eindhoven waar een ‘maakcluster’ aanwezig is, dat de potentie heeft om op technologiegebied een rol te gaan vervullen op het gebied van enabling technologies.

Vanwege de betrokkenheid van de drie Topsectoren en de vertegenwoordiging van de regionale industrieclusters is een effectieve uitvoering van het voorstel te verwachten. Het voorstel heeft een duidelijke structuur en opbouw. De consortia in het voorstel kunnen zich daardoor gaan ontwikkelen tot regionale clusters die elkaars initiatieven aanvullen en versterken. Dit is een sterk punt van het voorstel. Het is aan de betrokken publieke partijen, EZK en de Topsectoren, om de samenwerkingsverbanden

tussen de regionale consortia te coördineren en te blijven verstevigen.

Het voorstel voorziet in een goed opgezette organisatie. De publiek-private governance van de organisatie is in concept uitgewerkt maar behoeft nadere concretisering. Dit is cruciaal om de plannen te laten slagen. Voorgesteld wordt om de governance in te richten met een fulltime programmabestuur bestaande uit drie personen, vanuit de wetenschap, de industrie en de overheid.

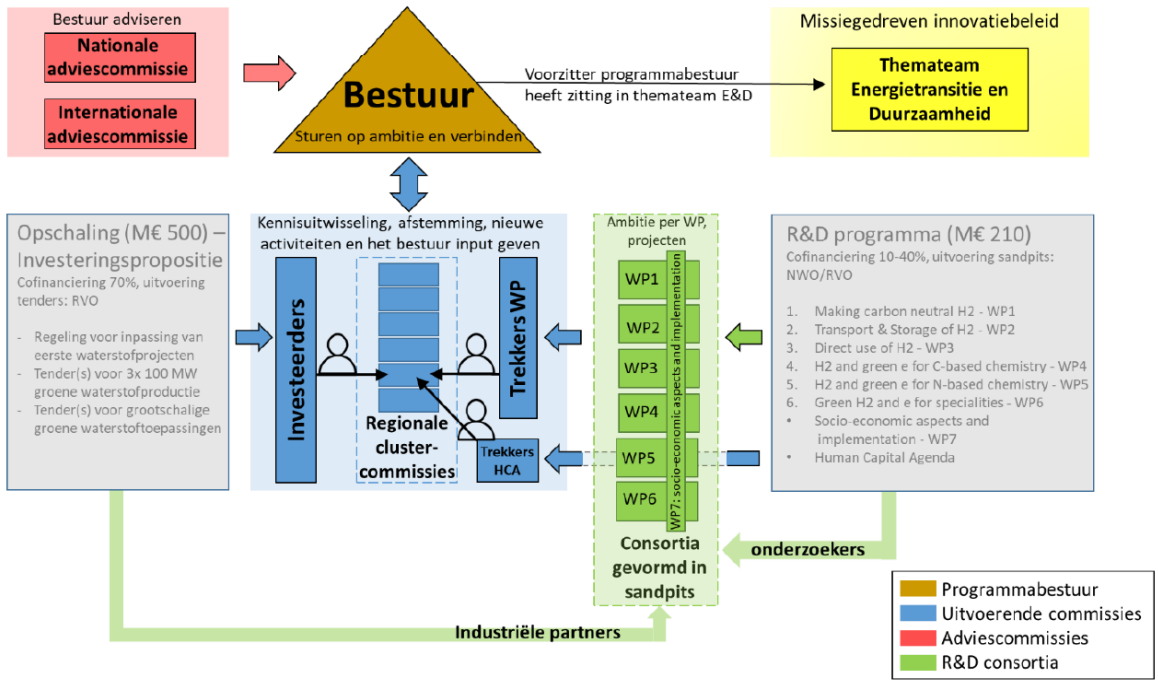
De afspraken van overheid, industrie, kennisinstellingen en netwerkbedrijven worden vastgelegd in een meerjarenplan, om zekerheid te bieden over de investeringen van alle betrokkenen. De plannen moeten worden aangeleverd door de betrokken partijen.

De indieners van het voorstel zijn de Topsectoren Chemie, Energie en HTSM. De indieners stellen voor dat EZK formeel een bestuur instelt om de uitvoering van het programma te coördineren. Dit bestuur krijgt dan concreet mandaat om de uitvoering van het R&D-programma en de Human Capital Agenda bij te sturen binnen de kaders die de Groeifondscommissie daarvoor stelt en legt hierover verantwoording af aan de Groeifondscommissie en EZK.

EZK stelt de benodigde subsidieregelingen voor demonstratieprojecten op en stemt de inhoud en uitvoering hiervan af met het bestuur. Het bestuur krijgt dan ook mandaat om te sturen op samenwerking tussen de partijen die deelnemen aan het R&D-programma en de partijen die investeren in de demonstratieprojecten. Zo moeten EZK en het bestuur samen zorgen voor een sterke synergie tussen R&D, HCA en opschaling. Het bestuur stuurt op de overkoepelende ambitie en de concrete resultaten die dit programma moeten opleveren. Afstemming met bestaande organisaties en activiteiten is van belang om een samenhangend nationaal programma op te bouwen en loopt in ieder geval via de uitvoerders, een (inter)nationale adviescommissies, via het Themaoverleg Energie & Duurzaamheid, en via het Nationaal Waterstofprogramma dat van start gaat in 2022.

Voor de huidige opzet van de governance, zie schema hierna, zijn een aantal criteria leidend geweest:

- Brede afstemming met en vertegenwoordiging van betrokken partijen (bedrijfsleven, financiers, overheden en regio's, onderzoeks- en onderwijsinstellingen).
- Een balans tussen de belangen van investeerders, regionale clusters en onderzoeksinstellingen bij de uitvoering van het voorstel.
- Een gelijk speelveld voor indiening en objectieve toetsing van concrete uitvoeringsvoorstellen, rekening houdend met regionale samenhang van activiteiten en het op nationaal niveau betrekken van relevante expertises.
- Voortbouwen op de reeds georganiseerde kennis en expertise.
- Goede inbedding van de te ontwikkelen innovaties in de maatschappelijke missies en de bijbehorende topsectorenstructuur.
- Het bieden van een overkoepelend platform waar alle componenten van het voorstel (investeringen, HCA, onderzoek) bij elkaar komen voor integrale afstemming, kennisontwikkeling en –deling, verder ontwikkelen van het consortium en evaluatie.



5. Begroting en gevraagd subsidiebedrag

Het gehele programma heeft een reële omvang van circa € 1,988 miljard, waarvan € 1,667 miljard aan demonstratieprojecten, € 310 miljoen voor het bijbehorende kennisecosysteem en € 11 miljoen voor Programmamanagement. De private bijdrage beloopt in het investeringsdeel 70% en in het onderzoeksdeel 10 tot 40%. Uit het groeifonds wordt tot € 738 miljoen bijdrage gevraagd (per saldo 37% van totale programmakosten).

De begroting sluit aan bij het overzicht van concreet voorziene projecten op de titelpagina van het voorstel en biedt voor dit moment voldoende inzicht met een kostenverdeling naar projecttype en voorziene realisatiejaren. De private bijdragen in het programma worden onderstreept door een eind 2020 gepubliceerde gezamenlijke verklaring, van bedrijfsleven en kennispartijen uit de hele keten (opwekking, conversie & opslag, eindgebruik, maakindustrie), om collectief de uitvoering van de doelstellingen te versnellen, als resultaat van de eerste bestuurlijke rondetafel Waterstof en Groene Chemie. Ook het overzicht van de voorziene projecten met de consortia van bedrijven en kennisinstellingen, waaronder de relevante grote bedrijven/probleemeigenaren, bevestigt de betrokkenheid van dit ecosysteem. Dit blijkt tevens op basis van private animo voor recente tenders op het terrein van waterstof en groene chemie en bijvoorbeeld de interessepeiling voor de beoogde IPCEI waterstof. De betrokkenheid van de verschillende partijen en de afgegeven verklaringen zijn nog geen harde commitments maar geven voor dit moment wel voldoende vertrouwen dat deze partijen bereid zullen zijn om uiteindelijk ook te investeren.

Vanuit de EU-fondsen zijn er diverse concrete mogelijkheden om voor betreffende projecten ondersteuning te verwerven. De aanvraag belicht nog onvoldoende hoe zeker gesteld wordt dat waar mogelijk Europese middelen worden benut. De consortia zullen zich ook voor EU-bijdragen moeten blijven inzetten. Het is aan te raden calls van Europese regelingen goed te monitoren en de toekenninig van middelen vanuit het Groeifonds mogelijk daar op af te stemmen. Er bestaat anders het risico dat Nederlandse partijen minder op de Europese regelingen indienen en daardoor Europees geld onbenut laten (over de looptijd van de FCHJU zijn immers circa 50 miljoen euro door Nederlandse partijen opgehaald). Dit is vooral van belang als Europese regelingen en het Groeifonds inhoudelijk identieke tenders open stellen zoals over de 100-MW-electrolyse-installatie die al onder Horizon 2020 open stond.

Op relevante projecten wordt niet gewezen. De EU-tender over 100-MW-electrolyseure is niet een onderdeel van het Innovation Fund (p. 13), maar (onder topic-ID LC-GD-2-2-2020) van Horizon 2020. Als partnerschap voor waterstof onder Horizon Europe wordt alleen ‘Clean Hydrogen’ genoemd (p. 94)

en aanvullend Sunergy, wat een Europa breed initiatief is, maar geen geïnstitutionaliseerde partnerschap. Op Europees niveau liggen echter meer kansen voor waterstof, in de verdere Horizon-partnerschappen Clean Steel, Clean Energy Transition, Clean Aviation, Zero-emission road transport, Zero-emission waterborne transport, het werkprogramma van Cluster 5 van Horizon Europe en mogelijk de regeling LIFE.

Bij de lijn rond het Human Capital is aan te raden over een mogelijke samenwerking met het JRC van de EU na te denken en op de resultaten van het FCHJU-project TeachHy (http://teachy.eu/about-teachy.php) te bouwen. De mogelijkheden voor samenwerking komen op dit vlak komen in de aanvraag beperkt aan bod.

Eventuele bijdragen in het kader van de reguliere steunkaders, bijdragen van lokale en regionale overheden en bijdragen uit EU-fondsen zullen in mindering moeten worden gebracht op de gevraagde ondersteuning vanuit het Nationaal Groeifonds (voor projecten zonder IPCEI status). Men ziet het belang van de IPCEI-status, omdat deze dan gebruik kunnen maken van de uitzonderingen op de geldende staatssteunkaders. De bestaande regelingen DEI+ en SDE++ kunnen de beoogde demonstratieprojecten onvoldoende ondersteunen. DEI+ geeft alleen investeringssteun voor pilotprojecten en daarvoor zijn de voorziene demonstratieprojecten te omvangrijk, en in principe ook niet innovatief genoeg. Het steunen van demonstratieprojecten voor waterstof is nog niet toegestaan binnen de geldende staatssteunkaders. De SDE++ stuurt op kosteneffectieve CO2-reductie op korte termijn, terwijl elektrolyse momenteel op kostprijs vooralsnog niet kan concurreren met alternatieve verduurzamingsopties als zon-pv, geothermie en CCS. Ook een aangekondigd tijdelijk instrument, om de exploitatie van de eerste elektrolyseprojecten van substantiële schaal (circa 20 MW) te ondersteunen, met een budget van €35 miljoen per jaar, biedt een goede basis voor de prille beginfase, maar is voor het gehele programma vergaand onvoldoende. Voor InvestNL is het programma te groot en staat het nu nog te ver weg van de markt. InvestNL kan eventueel wel scale-ups met een kansrijk verdienmodel financieren, welke mogelijk voortvloeien uit het programma. De reguliere middelen van OCW zijn tenslotte minder geschikt om onderzoek en onderwijs op een specifiek thema over meerdere jaren te stimuleren.

6. Effecten, marktpotentieel en business case

Het voorstel biedt zicht op nieuwe bedrijvigheid en een aanvullend verdienvermogen voor de langere termijn. Richting de Europese klimaatdoelen voor 2050 is bij de betrokken industrieën allereerst een tijdige transitie noodzakelijk van grijze naar groene waterstof. Vervolgens een transitie naar een industrie die gebaseerd is op ‘groene moleculen’ waarin waterstof een centrale rol speelt. Het gaat dan om energie-intensieve sectoren, met hoge temperatuur warmtevraag zoals de (petro-)chemische industrie, procesindustrie en staalproductie, en voor sectoren waar duurzame moleculen als feedstock nodig zijn, zoals ammoniak en kunstmestproductie. Alternatieven voor waterstof zijn maar zeer beperkt toepasbaar of beschikbaar. Ook voor zwaar transport op de weg, via water en in de lucht, zijn op waterstof gebaseerde brandstoffen een aantrekkelijke optie voor decarbonisatie. Belangrijk is wel dat de kostprijst van groene (en/of klimaatneutrale) waterstof nog fors daalt. De belangrijkste factor voor zo’n prijsdaling is het tempo van wereldwijde opschaling. Wel is het zo dat betrokken bedrijven wereldwijd toonaangevend zijn en Nederland met dit programma onderdeel wordt van de wereldwijde inzet om de prijsdaling te bewerkstelligen. . De innovaties die dit voorstel ondersteunt zijn daar onderdeel van.

Het marktpotentieel van klimaatneutrale waterstof en groene chemie, in termen van werkgelegenheid en verdienvermogen in Nederland richting 2050, is becijferd. Volgens ramingen zou het voorstel kunnen resulteren in: ten eerste een te behouden omzet van € 103 miljard per jaar, met een huidige toegevoegde waarde van € 16,9 miljard per jaar en ten tweede jaarlijks in totaal € 14-26 miljard aan additionele omzet voor de Nederlandse economie (+14 tot +25%). De totale kostenomvang voor het programma van circa € 1,988 miljard, met een gevraagde overheidsbijdrage tot € 738 miljoen, kan daarmee ruimschoots worden terugverdiend. Zelfs als alleen gekeken wordt naar de behouden omzet valt de investering/ondersteuning uiteindelijk elk jaar terug te verdienen. Verder mag een groot economische effect verwacht worden van toepassingen zoals bijvoorbeeld energiebuffers bij het afstemmen van vraag en aanbod naar energie, een verwarmingsoptie voor huizen en een brandstofoptie voor (zware) transportmiddelen, zoals schepen en vrachtvervoer, en mogelijk zelfs personenauto’s.

Bovengenoemde cijfers zijn in lijn met andere voorspellingen die zijn gedaan door CE Delft, 2018 en New Energy Coalition/St. JIN, 2019. Bureau Berenschot verwacht bijvoorbeeld dat in 2050 tussen 30 tot 50% van het energieverbruik zal bestaan uit CO2-vrije gassen. Belangrijkste aannames daartoe zijn de realisatie van 250-450 PJ aan capaciteit in 2050 voor de productie van groene waterstof, met bijbehorende transport-infrastructuur en de bouw van nieuwe faciliteiten voor de productie van groene chemie en brandstoffen.

Een ambitie zou verder kunnen zijn om in Nederland een producent op te bouwen, of aan te trekken, van voor waterstofproductie noodzakelijke apparatuur, meer bepaald elektrolysers. In Nederland zou dan een substantiële fractie van de mondiale elektrolysecapaciteit kunnen worden geproduceerd. Daarbij is een Nederlandse OEM-er denkbaar. Diverse grote Nederlandse bedrijven blijken zich hierop te oriënteren in het Hyscaling programma van o.a. ISPT en TNO. De concurrentie met andere landen zoals Duitsland en China is echter groot en de inschatting is dat de andere verdiensten van het project vooralsnog reëler lijken dan een Nederlandse OEM.

De totale impact op de werkgelegenheid van klimaatneutrale waterstof en groene chemie geraamd op structureel 90.000-110.000 FTE per jaar, waarbij eenmalige arbeidsjaren evenredig over de 30 jaar zijn gespreid. Dit volgens raming van CE Delft, National Energy Coalition en Roland Berger. In verschillende sectoren, die momenteel nog afhankelijk zijn van grijze waterstof, kunnen in totaal alleen al 66.000 voltijdsbanen en ongeveer € 103 miljard aan omzet, met € 16,9 miljard aan toegevoegde waarde, worden behouden. De bouw van nieuwe productiefaciliteiten en infrastructuur kunnen eenmalig 60.000-104.000 arbeidsjaren en de operatie ervan structureel 6.000-11.000 permanente banen creëren. De bouwers van bussen, vrachtwagens, speciaal vervoer, schepen en waterstofvulstations kunnen profiteren van 4.200 FTE nieuwe banen.

Als het gaat om de effecten, marktpotentieel en business case wordt geleund op bovenstaand rapporten en cijfers.

Onzekere omstandigheden
Er zijn nog wel diverse onzekere omstandigheden die mogelijk onvoorzien een effect kunnen hebben op de te verwachten economische impact:

- De mogelijkheden voor waterstof worden sterk bepaald door een politieke keuze binnen de EU. Om de vraag naar fossiele brandstoffen, waaronder aardgas, te ontmoedigen en de vraag naar hernieuwbare waterstof te stimuleren, dient de EU de prijs van aardgas kunstmatig te verhogen en die van groene waterstof kunstmatig te verlagen. Dit door bijvoorbeeld een verhoging van de ETS-toeslag per tCO2 voor alle fossiele brandstoffen en tegelijkertijd via tenders investeringssubsidies voor groene waterstof mogelijk te maken. Duidelijkheid hierover is zo spoedig mogelijk nodig. Aangezien de EC keer op keer aangeeft dat de opschaling van elektrolyse topprioriteit is en ze hiervoor zeer ambitieuze doelen heeft gesteld, lijkt het terecht te verwachten dat condities – zoals boven geschetst – verbeterd zullen worden.
- Het geschatte potentieel kan alleen worden opgebouwd, wanneer Nederland actief een waterstof en groene chemie economie ontwikkelt en hierin een leidende positie weet te verwerven. De investeringen uit het voorgestelde programma zijn hier een belangrijke stap voor en dienen als enabler om deze positie op te kunnen bouwen.
- Snelheid waarmee in de praktijk door opschaling de kostprijs van groene waterstof daalt kan kan vooral in het begin trager gaan dan voorzien. Dat kan betekenen dat prijzen voor groen waterstof voor langere tijd moeten worden gecompenseerd. Dit is potentieel een politiek risico, cq een onzekerheid.
- Opvallend is dat tot een factor 5 tot 8 meer import van waterstof dan eigen productie wordt voorzien. Dat is niet ondenkbaar, maar de precieze verhouding is op dit moment nog lastig te voorspellen. Het is wel goed dat het voorstel wijst op de uiteindelijk grote rol van import. Het is immers te verwachten dat de opwekking van groene stroom elders goedkoper en grootschaliger kan plaatsvinden dan in Nederland. Dit biedt ook kansen voor het deel dat via het bestaande aardgasnetwerk wordt doorgevoerd naar achterliggende landen; het netwerk moet daarvoor overigens dan wel worden aangepast. Tegelijk zal ook in Nederland de waterstofproductie fors zijn, omdat het opgesteld elektrisch vermogen factoren groter is dan de gemiddelde stroomvraag – zelfs als die groeit. Waterstofproductie is essentieel om zo'n systeem economisch en stabiel te houden.

Zonder waterstofproductie en waterstofvraag zijn toekomstige offshore windparken bijvoorbeeld niet rendabel te maken; dat kan al vanaf 2025 gaan spelen, maar vooral na 2030. Scherper gesteld: zonder waterstof komt de verduurzaming van het hele elektriciteits- , energie en grondstoffensysteem in het gedrang. Vanuit het oogpunt van leveringsbetrouwbaarheid zal de industrie het in eerste instantie van belang vinden dat er waterstof productiecapaciteit wordt gerealiseerd in de nabijheid van waterstof gebruikende industrieën. De redeneerlijn in het voorstel over de verhouding tussen geïmporteerd waterstof en geproduceerd waterstof kan duidelijker, en het is belangrijk om te beseffen dat de drivers voor deze twee waterstofstromen niet helemaal samenvallen. Zij concurreren tenslotte maar beperkt, maar zijn complementair. Naar verwachting is rond 2030 na realisatie van de huidige offshore wind ontwikkelingen (11.5 GW offshore wind) bijna 70% van het Nederlandse elektriciteitsproductie hernieuwbaar. Verdere groei van offshore wind kan dan alleen gerealiseerd worden indien de energie geleverd kan worden naar andere sectoren zoals de industrie in deels in de vorm van waterstof. Dit geeft een lager marktrisico voor de windsector, en biedt ook een mogelijkheid om systeemstabiliteit te bieden bij de grootschalige introductie van wisselende opwek. Er zijn overigens andere mogelijkheden voor elektrochemie dan alleen via waterstof.

- Op termijn lijkt het onwaarschijnlijk dat Nederland voldoende elektrisch vermogen kan installeren om in de elektriciteitsvraag en bredere energie- en grondstoffenvraag te voorzien. Het tekort kan betekenen dat er stroom wordt geïmporteerd, maar een belangrijk deel kan ook worden geïmporteerd in de vorm van groene waterstof. Transport van (groene) waterstof over grotere afstand via pijpleidingen kent immers een hoger energetisch rendement dan transport van elektriciteit via hoogspanningsnetwerken.

Rekening houdend met bovengenoemde onzekerheden, zien de betrokken industriële clusters en havens groene waterstof als een onmisbaar onderdeel van hun toekomst en verduurzamingsstrategie. Om aan de Europese klimaatdoelen voor 2050 te kunnen voldoen en als kans voor Nederland om actief te kunnen blijven. Blauwe waterstof zal in de eerste periode het meest kosteneffectief zijn en naast de ontwikkeling en opschaling van groene waterstof kunnen fungeren als facilitator om markt en transport op gang te krijgen. Intussen mag verwacht worden dat groene waterstof uiteindelijk goedkoper wordt dan ‘blauwe’. De kostprijsdaling van groene waterstof zet door, versus de mogelijk stijgende prijs van aardgas en de blijvende kosten van CO2 afvangst en opslag die nodig is voor blauwe waterstof. Daarnaast is de capaciteit van CO2 berging op termijn beperkend. Groene waterstof is daarbovenop één van de beste opties bij het afstemmen van toenemende verschillen in vraag en aanbod naar energie bij de integratie van wind- en zonne-energie in de energievoorziening. Opslag van waterstof is goed mogelijk, en transport van waterstof via leidingen kent over grotere afstanden een hoger rendement dan elektriciteitstransport via hoogspanningsleidingen.

Ook steden, regio’s en provincies willen met de toepassing van waterstof als vervanging van aardgas aan de slag. Immers Nederland heeft eerder al geïnvesteerd in het aardgasnetwerk en dan kunnen huizen verwarmd blijven worden door (waterstof) -gas via (aangepaste) cv-ketels. Waterstof kan zo een optie worden, naast bijvoorbeeld met geothermie gevoede stadsverwarming, groen gas en elektrische warmtepompen. Voor de (zware) transportsector biedt waterstof een route naar zero-emissie vervoer (met voordelen als snel tanken, goedkoper transport, goedkopere opslag en laag gewicht). De agrarische sector ziet kansen voor de productie van waterstof (en voor het gebruik of verkoopwaarde ervan).

Omdat er naar verwachting een wereldmarkt ontstaat voor waterstof concurreert Nederland met andere landen. Hoewel de uitgangspositie van Nederland qua infrastructuur erg goed is, vinden deze investeringen niet vanzelfsprekend in Nederland plaats. Recent zijn met name in Duitsland en Frankrijk zeer omvangrijke stimuleringsprogramma’s op elektrolyse voor groene waterstof aangekondigd. Hierop dient het Nederlandse ecosysteem voldoende aansluiting te zoeken en te houden. Nederland kan daarmee blijven inspelen op de mondiale ontwikkelingen en kansen op waterstofgebied en daarmee houdt Nederland een goede kans om met nieuwe toeleveringsketens en verdienmodellen een structurele bijdrage te leveren aan de toekomstige economische ontwikkeling. Tenslotte is een belangrijk deel van de economische impact van het voorstel gebaseerd op het behoud van banen in Nederland, die mogelijk naar andere landen zouden kunnen verdwijnen als die landen Nederland voorbijstreven.

In het plan worden de kritieke prestatie-indicatoren specifiek, meetbaar en tijdgebonden beschreven (SMART).

Een belangrijk doel is een kostprijsverlaging van groene waterstof. Deze kostprijsverlaging komt tot stand op de internationale markt door o.a. standaardisering en innovatie. Daarin speelt Nederland bij de uitvoering van dit voorstel een passende rol.

Een volgend doel is het opschalen van het aanbod van groene waterstof. De huidige capaciteitsvraag vanuit de betreffende industrieën naar (grijze) waterstof betreft circa 175 PJ. Ambitie is om het aanbod op te schalen van circa 500 MW in 2025, tot 3-4 GW elektrolyse capaciteit in 2030, naar uiteindelijk 250 tot 450 PJ in 2050 (factor 0,9 x 1010 over een periode van 25 jaar, ofwel het zevenvoudige pér jaar). Als deze opschaling in de pas loopt met opschaling elders, dan is de beoogde kostprijsverlaging realistisch. De kostprijs van groene waterstof zou dan niet duurder mogen zijn als dezelfde calorische waarde aan aardgas.

Essentieel zijn verder de vernieuwingen in het gebruik van waterstof (industrie, gebouwde omgeving, transport), en in het waterstof transport en distributiesysteem. Het programma richt zich daar nadrukkelijk op, maar de KPI's kunnen nog verder worden uitgewerkt.

De strategische KPI's dienen logischerwijs nog te worden vertaald naar meer technisch georiënteerde kritieke succesfactoren op lagere niveaus. Belangrijk hierbij is, mede gezien eerdergenoemde onzekere omstandigheden, tevens tussentijds regelmatig gevoeligheidsanalyses te houden naar de interne en externe omstandigheden.

7. Verankering nadat project is afgerond

Waterstof zal een essentiele rol spelen in ons toekomstige energie- en grondstoffensysteem en het verduurzamen van belangrijke Nederlandse sectoren, zoals de chemie.

Het voorstel beoogt via de drie pijlers het leggen van een fundament in denken en voorzieningen. De benadering is gericht op productie, transport en opslag en gebruik van waterstof die toekomstbestendig is. Door deze ketenbenadering en de betrokkenheid van (industrie-) clusters in de voorstellen wordt gestart met duurzame realisatie. De omslag naar groene waterstof als energiebron en grondstof zal al gedurende de looptijd plaatsvinden en dat geeft onder meer verankering via de bedrijfsvoering van de partijen, zoals die blijkt uit lange termijn investeringen. Ook nieuwe verdienmogelijkheden geven een prikkel tot verdere ontwikkeling en toepassing.

Na afronding van de beoogde demonstratieprojecten, onderzoeken en onderwijsprogramma's moet er in Nederland een sterk en flexibel waterstofecosysteem staan. De kennis en de netwerken die voortkomen uit het programma vormen de basis voor de verdere ontwikkeling en opschaling van waterstof in Nederland en een goede exportpositie.

Vanuit de eco-systeem gedachte is er geen sprake van een abrupte overgang naar een nieuwe energie- en grondstoffen keten gebaseerd op waterstof, maar van een omslag gedurende de looptijd van dit voorstel. Deze omslag is fundamenteel en er zijn voldoende (markt-) prikkels om daar voortzetting aan te geven.

3. Sleutelvragen en antwoorden

#	Sleutelvraag	Antwoord / verwijzing
1	Heeft het Nederlandse bedrijfsleven het vermogen om de kennis van het voorstel tot innovatieve toepassingen te brengen?	Ja
2	Zijn de juiste partijen betrokken?	Ja, Overheid, kennisinstellingen, bedrijfsleven zie 2.4

3	Is er voldoende commitment van de kennisgebruikers?	Ja, want deze aanpak leunt op drie componenten: 1) het faciliteren van de ontwikkeling van regionale learning communities voor de samenwerking tussen relevante partijen; 2) een nationaal platform voor uitwisseling en samenwerking binnen en tussen de regionale netwerken; en 3) nationale coördinatie van de ontwikkeling van de benodigde leer- en opleidingstrajecten over klimaatneutrale waterstof, brandstoffen en grondstoffen. Zie 2.4
4	Wat is de positie van de private partijen, die belang hebben bij de ontwikkelde kennis? (omvang, financierings- en innovatiebereidheid). Is het een goede positie?	De positie van de private partijen is goed. Zie 2.4.2
5	Zijn IP afspraken voldoende geadresseerd om weglekrisico's te voorkomen?	De wijze waarop wordt omgegaan met intellectueel eigendom is niet benoemd. Betrokken bij de uitvoering zijn de topsectoren, RVO, NWO, universiteiten i.s.m. bedrijven. Aangenomen wordt dat dit in de regelingen en programma's verwerkt wordt. Maar dit is een aandachtspunt dat nader uitgewerkt zou moeten worden.
6	Biedt het voorstel (een) unieke kans(en) om voor langere termijn garant te staan voor nieuwe bedrijvigheid en toekomstig verdienvermogen?	Ja, zie 2.6
7	Zit het voorstel en de organisatie goed in elkaar qua samenhang en fasering van het programma?	Ja, zie 2.4 en 2.6
8	Is het beoogde consortium van voldoende kwaliteit en adequaat toegerust daar waar het toegepaste onderzoek en latere fasen van bedrijvigheid betreft? Wat is de track record van de partijen die betrokken zijn in de governance?	Ja, het gaat hier om gerenommeerde partijen. Zie o.a. 2.4.
9	Worden private sector en business case denken op de juiste manier gekoppeld aan de kenniswereld?	Ja, zie 2.2 en 2.4
10	Zijn er andere financiële instrumenten die (ten dele) inzetbaar zijn, zodat Groeifonds middelen optimaal ingezet kunnen worden? Neem ook EU financiering mee.	Ja zie 1, vierde bullet van de aandachtspunten. Zie 2.5
11	Heeft het voorstel relevante internationale (Europese) initiatieven en financieringsmogelijkheden in kaart en speelt het voldoende op de (kansen van) internationale samenwerking in?	Zie 1, vierde bullet van de aandachtspunten. Zie 2.5
12	Sommige voorstellen, w.o. AI, stellen instrumenten voor. Bijvoorbeeld proeftuinen, PPS-instrumenten. Is de opzet van deze instrumenten goed onderbouwd? (of wijken ze af, door bv. grotere budgetten dan normaal gesproken, andere steunpercentages e.d.)	Zie 2.2. en 2.5
13	Welke onzekerheden en risico's bestaan er rondom de realiseerbaarheid van het tot	Zie 1, eerste, tweede en derde bullet van de aandachtspunten

	wasdom komen van de voorgestelde innovaties? Zijn de risico's voldoende in kaart?	Zie 2.6
14	Is de technologische ontwikkeling al zo ver dat de voorstellen inderdaad kunnen opleveren wat er geschetst wordt?	Zie 2.2 en 2.6
15	Is er een aannemelijk mechanisme geschetst waarmee een goede wisselwerking tussen kennisontwikkeling en maatschappelijke toepassing geborgd?	Zie 2.4 en 2.7
16	Draagt het project bij aan vernieuwing en duurzame versterking van toekomstige bedrijvigheid?	Zie 2.6
17	Is de begroting van voldoende kwaliteit, voldoende onderbouwd en is de planning haalbaar?	Zie 2.5

4. Bijzonderheden / algemene opmerkingen

Het is van belang dat Nederland zijn positie in het internationale speelveld krijgt, en dus de juiste prioriteiten stelt voor zijn ambitie in samenspraak met Europese Commissie en partnerlanden die vooraf al zijn gekozen en vastgesteld. Denk hierbij m.n. aan Duitsland, Vlaanderen en landen rondom de Noordzee. Nederland moet in zijn ambitie aantrekkelijk zijn voor deze partnerlanden en uitgaan van zijn sterktes: infrastructuur, geografie, sterke maakindustrie, goed ontwikkelde publiek-private samenwerking en netwerken door de korte afstanden.

Een tijdige opschaling van waterstof is essentieel om na 2030 tot verdergaande CO2-reductie richting CO2-neutraliteit te kunnen komen. Het resultaat moet zijn dat waterstof de systeemrol van aardgas als flexibele energiebron voor de elektriciteitsvoorziening, voor hoge temperatuurprocessen, en als feedstock voor de industrie over kan nemen, terwijl het voorts in transport en de gebouwde omgeving ingezet kan worden. Daarnaast is waterstof belangrijk als middel om vraag en aanbod van energie in Nederland te kunnen balanceren. Het belang van de ontwikkeling van waterstof is in het klimaatakkoord erkend en vertaald naar een ambitie om de productie van groene waterstof op te schalen tot circa 500 MW in 2025 en 3-4 GW elektrolyse capaciteit in 2030. Met opschaling – die ook internationaal plaatsvindt – zullen de kosten van groene waterstof door 'learning by doing' en industriële schaalvoordelen sterk afnemen. Het belang hiervan voor Nederland wordt duidelijk omschreven.

Samenvattend maakt de aanvraag duidelijk dat de inzet op duurzame waterstof in Nederland noodzakelijk is voor het behoud van banen en zorgt voor nieuwe banen. De inzet leidt tot een lagere uitstoot van broeikasgassen en is van groot belang voor de energie- en grondstoffentransitie. Dit alles wordt duidelijk in de aanvraag beschreven.

Samenwerking tussen overheden, marktpartijen, kennisinstellingen, netwerkbedrijven en maatschappelijke organisaties is nodig om de ontwikkeling van een dergelijk waterstofsysteem vorm te geven. Het programma is integraal en samenhangend, passend bij de brede rol van waterstof in de toekomstige energie- en grondstofvoorziening.

De omvang van het programma past bij de Nederlandse ambitie, en is voorwaarde voor en onderdeel van de uiteindelijk nog veel grotere nationale en internationale inzet op dit thema.
In onze optiek is de gevraagde 738 M€ dan ook een noodzakelijke inzet om ervoor te zorgen dat Nederland een belangrijke speler in de waterstoftransitie wordt.

Tenslotte: de plannen in de aanvraag zijn veelomvattend, en ambitieus, en vergen solide organisatie en governance. De organisatie die nodig is om dit voorstel samenhangend uit te voeren moet nog in

verder detail worden vormgegeven. Dat zal gebeuren na de toekenning van de benodigde subsidie van € 738 miljoen. Bij toekenning zullen de schrijvers in samenwerking tussen overheden, marktpartijen, kennisinstellingen, netwerkbedrijven en maatschappelijke organisatie opzetten. Wij adviseren de governance op te zetten zoals voorgesteld, met een gebalanceerd programmabestuur vanuit de wetenschap, de industrie en de overheid. In het vormgeven van governance en organisatie moet ook worden uitgewerkt aan wie subsidies worden toegekend, en bij welke adviescommissie(s) beslissingen daarover belegd worden.

0. Fondsplan analyse	Quantumdelta Nederland Datum: februari 2021
Aanvraag:	Quantumdelta Nederland
Initiatiefnemer / leden:	Stichting QuantumNL
Start- en einddatum:	1 januari 2021 – 31 december 2027 (?) (7jaar)
Gevraagde subsidie:	€ 615 miljoen

Quantum/Nanotechnologie is een veelbelovend gebied van wetenschap waar Nederland een wetenschappelijk toonaangevende positie inneemt. Er zijn potentiële, maar vooral nu nog onzekere economische kansen voor Nederland. Om deze technologie naar een volgend niveau te brengen en potentiële economische kansen waar mogelijk te benutten, is een overheidsinvestering naar onze mening cruciaal. Het Nationaal Groeifonds is bij uitstek geschikt om de kennisinfrastructuur te verstevigen en valorisatie te faciliteren, zo ook in het domein van quantum/nanotechnologie.

Quantum technologie heeft in Nederland **wetenschappelijk** een goede start gemaakt, nu wordt het programma uitgebreid naar een nationaal programma in QuantumDeltaNL om uiteindelijk ook economisch impact te creëren. Om de overgang van een fundamenteel wetenschap programma naar economische activiteit succesvol te laten verlopen zijn de volgende punten van belang:

1. Een stevige inspanning op **valorisatie** is nodig. Alhoewel de intentie goed is, blijft de inspanning voor valorisatie nu, tijdens en na afloop van het programma laag. Behalve dat er meer inspanning voor het ondersteunen van starters nodig is, is het ook van belang dat bestaande grotere bedrijven zich moeten manifesteren in quantumtechnologie.
2. Een solide **governance** structuur is nodig. Het forse palet aan activiteiten (valorisatie en investeringen), de in te zetten instrumenten (subsidies, fondsen en kredieten) in combinatie met de diversiteit aan deelnemers met uiteenlopende belangen vereist een goede organisatiestructuur en consistente regie. De brede aanpak biedt een kans om over het hele domein van quantumtechnologie af te stemmen en te stimuleren, maar vormt gelijktijdig een risico ten aanzien van de bestuurbaarheid van het programma.
3. Het verkrijgen en behouden van een stevige **internationale positie** is nodig om succes te behalen. Quantum is een technologie gebied dat internationaal sterk in ontwikkeling is en ook in veel andere landen (forse) steun geniet. Het is van groot belang dat Nederland nu haar positie veiligstelt en de borging van de technologische kennis organiseert. De waardering voor de recente wetenschappelijke resultaten is excellent, maar de positie en samenwerking in de Europese programma's blijft onderbezet.

1. Algemene karakterisering

QuantumDelta NL is een breed nationaal programma om de quantumtechnologie in Nederland op wetenschappelijk gebied én economisch gebied naar een hoger niveau te brengen. Het programma grijpt aan op de volgende aspecten: talent, onderzoek, ondernemerschap en onderzoeksinfrastructuur.

Het voorstel is met enthousiasme en inzet uitgewerkt tot een indrukwekkend nationaal consortium. Het Nederlandse quantum ecosysteem is wetenschappelijk internationaal toonaangevend en heeft al aantrekkingskracht op buitenlandse bedrijven. De quantumtechnologie is nog in opbouw en zit nog in een relatief vroeg stadium van de technologische levenscyclus. Er is op dit moment wel een kennisecosysteem, maar nog nauwelijks een business ecosysteem, omdat concrete toepassingen en verdienmodellen nog ver in de toekomst liggen. Significante commerciële waarde voor quantumtechnologie wordt niet binnen tien jaar verwacht, maar het is mogelijk een cruciale technologie waarvan kennis in een kenniseconomie een vereiste is.

Het actieplan bevat veel noodzakelijke elementen zoals valorisatie, de realisatie van onderzoeksinfrastructuur, internationalisering en maatschappelijke acceptatie. Allemaal aspecten die noodzakelijk zijn om van quantumtechnologie een succes te maken. De internationale, en valorisatie paragrafen in dit plan zijn echter nog onvoldoende ontwikkeld. In de opbouw leunt het hierbij op nationale high tech starters, scale-ups en MKB, maar daarbij is het wenselijk – naast internationale

R&D spelers – ook cruciale grote nationale R&D bedrijven aan boord te krijgen en een nationale 'quantum kampioen' te hebben. Dat is nu nog niet geval. Philips en ASML ontbreken bijvoorbeeld bij de steunbrieven.

Omdat quantumtechnologie een potentiële maatschappelijke en economische 'gamechanger' is en Nederland in de internationale quantum-wedloop een wetenschappelijk zeer goede positie heeft verworven is het verantwoord om in de quantum-sleuteltechnologie te investeren. Tegelijkertijd is de betrokkenheid van het bedrijfsleven op dit moment nog beperkt en is het onzeker hoe groot het uiteindelijke verdienvermogen zal worden.

2. Projectomschrijving

1. Probleem en doelstelling

- De aanvraag betreft de ontwikkeling van een nationaal ecosysteem voor een nieuwe hightech sector: Quantumtechnologie. De verwachte tijdshorizon tot het ontstaan van grote business is > 10 jaar. Daarmee is het onderzoek vanuit het perspectief van businessontwikkeling uiterst risicovol (disruptieve technologie) en zal dit in de opstartfase niet in belangrijke mate vanuit de private sector gefinancierd kunnen worden. Wel zal bij het ontstaan van business de private sector in staat moeten zijn om over te pakken. QuantumDelta NL heeft zelf als doel geformuleerd om een nieuwe digitale hightechindustrie op te bouwen met een BBP bijdrage van ca 2-3 miljard euro en ca 30 duizend hoogwaardige banen.
- In september 2019 is de Nationaal Agenda Quantumtechnologie (NAQT) uitgebracht en in februari 2020 is door EZK 23,5 miljoen euro. beschikbaar gesteld voor de opstart (Impuls)
- Quantumtechnologie is met een meerjarenprogramma rond de uitvoering van de NAQT opgenomen in de KIA (kennis & innovatie) sleuteltechnologie. Doel is om als Nederland een internationaal vooraanstaande positie te verwerven door als één van de eersten een quantumcomputer en ook een quantumnetwerk te realiseren
- Het voorstel betreft niet alleen versterking van het Quantum onderzoek via o.a. investering in 3 testbeds en aanvullende open calls, maar ook vernieuwing van de universitaire gebouwen (Campus ontwikkeling) en uitbreiding/up-to date houden van de noodzakelijke nano-fabricage infrastructuur NanoLab. Tevens probeert men nieuwe bedrijvigheid te faciliteren en een impuls te bieden aan het onderwijs. Doelstellingen van deze verschillende onderdelen zijn niet eenduidig en voor de realisatie staan veel verschillende organisaties aan de lat. Het zal lastig zijn om overall focus te houden en top-down beslissingen te nemen. Ook is het de vraag of investeringen in 'vastgoed', niet zijnde onderzoeksfaciliteiten, onderdeel zouden moeten zijn van een dergelijk programma.
- Uitdaging is om een excellente kennispositie te vertalen naar technologische "marktmacht".

2. Activiteitenplan, realiseerbaarheid en haalbaarheid

Het programma bestaat uit meerdere redelijk los van elkaar staande programma onderdelen. 3 KAT s (= katalysator programma's, ofwel publiek-private testbeds): Een Quantum computer, Een Quantum Netwerk en Quantum sensoren.
Daarnaast doorkruisende actielijnen gericht op 'meer generieke' Quantumonderzoek (via NWO calls), valorisatie/ecosysteem/campus (o.a. ontwikkeling harde onderwijs infrastructuur), Onderwijs en maatschappelijke dialoog.

Ten dienste van actielijnen en KATS staat de faciliteit NanoLab, die via dit programma een upgrade krijgt. NanoLab is een nationale cleanroom faciliteit voor fabricage van micro-, nano- en quantumstructuren voor verschillende domeinen (materialen, fotonica, chemie etc.).

De KAT's en de actielijnen staan redelijk los van elkaar en hebben onderling geen kritische afhankelijkheden. Voor de uitvoering van de verschillende programma onderdelen wil men zo veel mogelijk gebruik maken van bestaande en getoetste organisatiestructuren (universiteiten, NWO,

NanoLab). Deze aanpak versterkt de doeltreffendheid en doelmatigheid van dit plan. Tevens zet men in op meerdere potentiële technische oplossingsrichtingen (KAT1 en KAT2) en worden binnen KAT 3 meerdere sensorontwikkelingen gefaciliteerd. Dit geeft een goede spreiding van de technische risico's.

De investeringen in cleanroom faciliteiten zijn in het voorstel niet duidelijk beschreven. Het lijkt erop dat er een overlap is tussen investeringen in (quantumtech-)cleanrooms en NanoLab. Op bladzijde 99 van het businessplan wordt aangegeven dat er in actielijn 2 Ecosysteem/marktcreatie en MKB ook investeringen in de cleanrooms zijn opgenomen. Deze lijken niet gerelateerd te zijn aan de investeringen in NanoLab, nationale cleanroom infrastructuur zoals beschreven op pagina 85 van het businessplan.

KAT-1, KAT-2, NanoLab zijn nu al heel brede nationale activiteiten waaraan gewerkt wordt. We verwachten zeker dat hier goede resultaten geboekt zullen worden. Hetzelfde geldt voor de investeringen in het onderwijsinfrastructuur.

Het minst concreet en uitgewerkt is nog het valorisatieprogramma in AL-2 (ecosystemen en stimuleren startups). We zien nog weinig betrokkenheid van grote Nederlandse technologie bedrijven bij quantumtechnologie. Gezien het fundamentele karakter van quantumtechnologie en het ontbreken van deze grote Nederlandse 'big-tech' bedrijven is de business valorisatie in Nederland volgens ons risicovol. QuantumDeltaNL verwacht veel van nieuwe dedicated (Pre-)Seed fondsen voor quantum starters. We vragen ons af of deze methodiek gezien de lange tijdshorizon van de ontwikkelingen in quantum haalbaar is. We vinden het ook opmerkelijk dat de voorziene Pre-Seed faciliteit slechts een looptijd heeft van 5 jaar. Verwacht mag worden dat de valorisatieactiviteiten tot aan het eind van het programma doorlopen.
Samenwerking met bestaande overheids- en private fondsen moet een integraal onderdeel zijn van dit programma. Alhoewel er wel met verschillende partijen gesproken is, zijn er echter nog geen concrete afspraken gemaakt.

Publiek-private samenwerking werkt drempelverlagend om bestaande industrie kennis te laten maken met state-of-the-art quantumkennis in onderzoeksorganisaties. Om bedrijven hiervoor te interesseren zal een dergelijke samenwerking in eerste instantie laagdrempelig moeten zijn, zonder een in-cash financiële bijdrage. FieldLabs kunnen hierbij een goede rol spelen, evenals kleinere programma's met vraagsturing aan de voorkant. Deze aspecten van publiek-private samenwerking zijn nu nog onvoldoende uitgewerkt in het voorstel.

Het gebruik van de PPS-toeslagregeling om de samenwerking industrie en onderzoeksorganisaties te bevorderen levert een extra overheidsbijdrage op als er ook een (substantiële) private cash bijdrage wordt geleverd. Grote Nederlandse bedrijven investeren nu niet in de Nederlandse quantum-kennisinfrastructuur en genereren dus ook nog geen PPS-toeslag. Dat vindt nu vooral plaats met enkele buitenlandse multinationale (Microsoft en Intel in Delft).

In het voorstel wordt beperkt budget gereserveerd voor TTO activiteiten (1 miljoen euro per jaar) zonder aan te geven hoe de TTO's ingezet worden om in het quantum domein op zoek te gaan naar potentiële vermarktbare kennis en welke inspanningen ze verrichten om quantum-ondernemerschap te stimuleren. Aansluiting van deze activiteiten op de bovengenoemde fondsen is echter cruciaal om een naadloze overgang van onderzoeksfinanciering naar startersfinanciering te faciliteren. Als model hiervoor kan bijvoorbeeld de Thematische Technologie Transfer (TTT) regeling van EZK/OCW dienen.

Binnen de verschillende Europese programma's wordt fors geïnvesteerd: Horizon Europe met het flagship on Quantum Technologies en EuroHPC JU (het partnerschap voor High Performance Computing); Digital Europe en Connecting Europe Facility 2 met de programmalijn EuroQCI (Quantum Communication Network). Ook andere Europese landen zoals Duitsland en Frankrijk investeren nationaal in quantumtechnologie. Het valt op dat in het QuantumDelta voorstel nog weinig aandacht is voor deze Europese dimensie. Er lijkt bijvoorbeeld geen geld gereserveerd te worden om via matching mee te kunnen doen in mogelijke toekomstige Europese co-financierings calls.

QuantumDelta is nu nog vooral een nationaal programma, waarbij nog onvoldoende gekeken wordt naar de kansen en de risico's van de ontwikkelingen in de landen om ons heen.
QuantumDelta verwacht dat er jaarlijks zo'n 24 miljoen euro vanuit de EU als financiering kan worden verkregen. De gemiddelde terugvloei van budgetten in Horizon Europe is ongeveer 5%. Op basis van het werkprogramma 2021-2022 kan uitgerekend worden dat er minimaal 6 miljoen euro per jaar zal terugkomen. Daarbij komt nog de retour uit de andere Europese programma onderdelen zoals Digital Europe en EuroHPC, Quantumspace en Connecting Europe Facility 2, waardoor we denken dat het bedrag wel hoger zal worden dan de 6 miljoen euro, maar de 24 miljoen euro van QuantumDelta vinden we optimistisch. Temeer omdat concrete Europese budgetten voor een aantal van deze programma's nog niet bekend zijn. Voor optimale deelname, zal naar verwachting dan wel een grotere reservering gemaakt moeten worden door QuantumDelta om aan de vereiste cofinanciering van een aantal EU programma's te voldoen. Tevens is een reservering nodig om de oplijning van Nederlandse partijen goed te faciliteren.

Er wordt door QuantumDelta weinig geschreven over de positie van Nederland in Europa. Het is van groot belang om aan de voorkant actief te zijn bij de inrichting van Europese programma's en het participeren in het Europese netwerk van quantumcentra buiten Nederland. Dat is nodig om (1) succesvol in subsidiecalls te zijn, om (2) zicht te hebben op internationaal talent en uitwisseling/doorstroom van wetenschappers binnen de EU, om (3) een zichtbare plek in de internationale waardeketens in te nemen en om (4) MKB mee te laten participeren in Europese programma's. Tenslotte is het van belang om overlap tussen Europese programma's en Quantumdelta NL te voorkomen.

3. Tijdpad

Het programma heeft een looptijd van 7 jaar met halverwege de looptijd een midtermreview. Mijlpalen zijn concreet, jaarlijks meetbaar wat een goed programmabeheer bevordert, maar deze zijn niet erg ambitieus voor programma van deze omvang. De wijze van midtermreview lijkt op de bij NanoNed/NanoNext al eerder met succes gebruikte methode. Zoals al eerder genoemd zouden de valorisatie activiteiten (Pre-Seed faciliteit) een zelfde looptijd moeten hebben van 7 jaar.

4. Organisatie, consortium en positionering in het gebruikersveld

In vergelijking met het eerdere concept programmavoorstel heeft men grote vooruitgang geboekt in het opzetten van een passende organisatie. Het is een goede keuze om voor deelonderwerpen terug te vallen op bestaande ervaren organisaties (NWO, universiteiten, NanoLab). Het deel van de financiering dat via deze organisaties loopt, gaat daar rechtstreeks heen, zonder tussenkomst van de Stichting Quantumdelta NL. Het nadeel van deze werkwijze is dat het bijzonder lastig zal zijn om door de vele belangen en het grote aantal betrokken partijen overall regie te houden.

Een programma van deze omvang en complexiteit heeft een goed bestuurder nodig, die met gezag kan opereren zonder overduidelijke wortels te hebben bij één van de participanten. Vanwege de diversiteit van de acties (R&D, investeringen in laboratoria en kapitaal fondsen die investeren in starters), en vanwege de rol van aanpalende organisaties die een zelfstandige positie hebben, adviseren wij een onafhankelijk advies over het governance model in te winnen.

Zoals eerder al opgemerkt is een aantal zaken in het QuantumDelta business plan nog beperkt uitgewerkt. Dat geldt niet alleen voor de inhoud maar ook voor de organisatie van bijvoorbeeld de valorisatie. In antwoord op de vragen van CPB wordt gemeld dat het momenteel nog lastig is om de exacte individuele toepassingen en business cases uit te werken. Activiteiten gericht op scouting en screening van potentiële marktkansen en het stimuleren van de samenwerking met private partijen (bedrijven en financiers) zijn niet expliciet opgenomen in het plan, maar zouden onderdeel van het valorisatieprogramma moeten zijn. Ook is niet toegelicht waarvoor precies de TTO middelen in het quantum domein worden ingezet. Het idee om FieldLabs op te zetten is potentieel een goed idee. Hoe te komen tot een inhoudelijke keuze, positionering en locatie van een FieldLab is echter niet uitgewerkt.

5. Begroting en gevraagd subsidiebedrag

Het totaal gevraagde subsidiebudget bedraagt 615 miljoen euro en is verdeeld over 9 onderdelen. Extra financiering zou moeten komen vanuit de private sector (2,1 miljard euro) en overige overheid, inclusief EU (860 miljoen euro). De berekening van deze 'matching' is echter in het voorstel nog onvoldoende onderbouwd. Het realiseren van een private bijdrage van 2,1 miljard euro zou een goed resultaat zijn, maar men rekent hier wel met verwachte en onzekere groeicijfers van de hele private sector. Concrete financiële bijdragen van Nederlandse bedrijven zijn er nog niet. Daarmee ontbreekt feitelijk een echte basis onder de 2,1 miljard euro aan private matching.

Bij een programma van deze omvang en met deze looptijd is het niet realistisch om aan de voorkant een gedetailleerde begroting te verwachten. De nu voorgestelde globale begroting past in deze fase goed. We vinden het van belang dat QuantumDelta in de loop van de tijd laat zien hoe er verantwoorde inhoudelijke en budgettaire keuzes gemaakt worden die passen binnen dit programma. Om dat te realiseren is er voortdurend inzicht en rapportage nodig, gecombineerd met een systeem van "checks and balances". Dat is nog onvoldoende uitgewerkt in het nu voorliggende plan.

Zoals al eerder genoemd lijkt er sprake van een overlap in de budgetten die zijn gereserveerd voor de cleanroom, bladzijde 85 (AL-2) en het NanoLab, bladzijde 99 van het businessplan.

In actielijn 2 zit een blok voor stimulering van startups, scaleups en MKB met onder andere PreSeed en Seed fondsen. Dit geheel telt op tot 195 miljoen euro. In de voetnoot (pagina 83) wordt echter gemld dat het Seed fonds (100 miljoen euro) geen onderdeel kan uitmaken van dit groeifondsvoorstel. Gezien het eerder benoemde belang van valorisatie zouden alle activiteiten (inclusief PreSeed en Seed fondsen) volwaardig en integraal onderdeel mopeten zijn van het valorisatieprogramma.

6. Effecten, marktpotentieel en business case

Vanwege het sterk fundamentele onderzoek karakter van het programma zijn de economische effecten bijzonder lastig in te schatten.

Op de kortere termijn leidt dit programma duidelijk tot een kennisimpuls, beter onderzoek, betere onderzoeksfaciliteiten en wordt er zo tevens een impuls aan het bèta-onderwijs gegeven. In die zin is dit een echt breed Groeifonds voorstel.

De fabricagefaciliteit NanoLab (minimaal 150 miljoen euro van de 615 miljoen euro investering) is generiek toepasbaar, niet alleen voor quantumtechnologie. Deze faciliteit wordt momenteel al substantieel door bedrijven gebruikt en staat ook ten dienste van andere kansrijke kennisgebieden zoals integrated photonics, nanotechnologie, chemie en materialenonderzoek.

Onafhankelijke consultants zoals McKinsey en Birch kunnen het economische perspectief van quantumtechnologie, gezien het nog fundamentele karakter, ook niet echt onderbouwen en zijn voorzichtig met hun stellingnames door meer in globale zin te stellen dat "in de eerste 10 jaar geen grote business verwacht kan worden". Aandacht verdient dat gemeld wordt dat we in Nederland (en Europa) relatief gezien al weinig private investeringen zien in quantumtechnologie. Het valt ook op dat het bedrijvencluster dat aan quantumtechnologie deelneemt nu vooral bestaat uit kleine hightech starters (niet alleen quantumtechnologie gerelateerd) en waar het grote partijen betreft, gaat het vooral om potentiële gebruikers. Grotere Nederlandse hightech bedrijven (Philips en ASML) ontbreken. NXP meldt bijvoorbeeld dat de tijdshorizon van quantumtechnologie voor hen te lang is en ze daarom nu geen actievere rol innemen. Het ontbreken van deze grote Nederlandse bedrijven is risicovol voor het economisch perspectief. Het verankeren van nieuwe kennis in IP-rechten, teneinde de kennis in Nederland te houden en deze te kunnen vermarkten, wordt daardoor moeilijk realiseerbaar. Dit legitimeert overigens wel overheidsingrijpen vanwege marktfalen.

Businesscase ontwikkeling lijkt daarmee in Nederland vooralsnog in belangrijke mate via kleine bedrijven te moeten gaan plaatsvinden. Daarvoor wil QuantumDelta Pre-Seed en Seed fondsen

inzetten. We denken dat het belangrijk is om daarbij met andere private en publieke partijen/financiers samen te werken, teneinde de kans op succes zo groot mogelijk te maken. QuantumDelta geeft echter aan dat hiervoor nog weinig interesse is onder private financiers. Opmerkelijk is dat CBIsights meldt dat internationale venturefondsen nu al wel investeren in quantumtechnologie, wat in tegenspraak is met wat QuantumDelta in zijn programma meldt.

Het risico van het weglekken van kennis naar het buitenland, bijvoorbeeld door overnames van kleine hightech bedrijven, is reëel. Zonder betrokkenheid van Nederlandse quantum kampioenen van enige omvang blijft dit risico bestaan. Dit wordt niet opgelost met een valorisatieprogramma dat gericht is op starters.

Aanvullende business activiteiten zijn FieldLabs en een MKB programma. FieldLabs zijn bedoeld om bedrijven kennis te laten maken met de toepassingsmogelijkheden van quantumtechnologie. Het MKB programma stelt bedrijven in staat om voor het quantumtechnologie programma producten te laten ontwikkelen.

Quantumtechnologie staat niet altijd op zichzelf. Ook in aanpalende domeinen vinden ontwikkelingen plaats die met behulp van quantumtechnologie nieuwe businesskansen bieden. Deze potentiële businesskansen kunnen beter en sneller tot ontwikkeling komen als er samenwerking is tussen QuantumDelta en deze aanpalende gebieden. Voorbeelden zijn free-space optische communicatie en integrated photonics waarmee mogelijk Nederlandse business in ‘quantum hardware’ kan worden opgebouwd.

Top down wordt door McKinsey gesuggereerd dat Nederland 5-10% van de internationale quantummarkt naar zich toe kan trekken, wat een totale waarde creatie van 5-7 miljard euro zou kunnen impliceren. Deze berekeningen zijn echter erg hoog over en niet toetsbaar.

We zien dat andere landen zoals Duitsland, Frankrijk en de VS vergelijkbare grote nationale investeringen in quantumtechnologie doen. Kennelijk worden elders ook de grote kansen in quantumtechnologie onderkend. In die zin is een Nederlandse investering in quantumtechnologie passend.

7. Verankering nadat project is afgerond

Dit punt lijkt in QuantumDelta extra van belang omdat de time-to-market hier zo lang is. We moeten oppassen dat wij als Nederland wel de lasten dragen, maar niet profiteren van de lusten. Zoals eerder genoemd is ook hiervoor een vroegtijdige en intensieve betrokkenheid van de industrie van belang.

De upgrade van de NanoLab onderzoeksfaciliteiten en de investeringen in bèta onderwijsfaciliteiten geven een duidelijke kennisimpuls. Na afloop van het programma zal Nederland daardoor klaar zijn om internationaal een vooraanstaande rol in onderzoek te kunnen blijven spelen. Het programma kan ook leiden tot aansluiting van Nederland op een Europees quantum internet en op een internationaal quantum computing netwerk, maar daarvoor is extra inspanning richting Europese programma’s nodig.

Overigens leert het verleden dat er voor het up-to-date houden van de publieke onderzoek infrastructuur (o.a. cleanrooms) ook na afloop van dit programma financiële overheidsondersteuning nodig zal blijven.

Met betrekking tot private business mikt men op een bedrijvigheid van ca. 100 starters, 125 early adapters van de technologie en een drietal quantum private labs (vergelijkbaar met die van Microsoft) en ca 8.000 FTE aan directe werkgelegenheid. Voor een programma van deze omvang zijn deze doelen bescheiden. Meer ambitie is mogelijk door samen te werken met aanpalende programma’s en private partijen.

Het verdient aandacht dat revolverende Seed en Pre-Seed fondsen ook na afloop van dit programma continueren in deelnemingen in de quantumtechnologieën.

3. Sleutelvragen en antwoorden

#	Sleutelvraag	Antwoord / verwijzing
1	Heeft het Nederlandse bedrijfsleven het vermogen om de kennis van het voorstel tot innovatieve toepassingen te brengen?	Pagina 5, laatste alinea, en pagina 6 eerste alinea
2	Zijn de juiste partijen betrokken?	Pag 1, laatste paragraaf
3	Is er voldoende commitment van de kennisgebruikers?	Pagina 5, laatste alinea
4	Wat is de positie van de private partijen, die belang hebben bij de ontwikkelde kennis? (omvang, financierings- en innovatiebereidheid). Is het een goede positie?	zie 3
5	Zijn IP afspraken voldoende geadresseerd om weglekrisico's te voorkomen?	Pagina 6, 2e alinea
6	Biedt het voorstel (een) unieke kans(en) om voor langere termijn garant te staan voor nieuwe bedrijvigheid en toekomstig verdienvermogen?	Pagina 6, alinea 5
7	Zit het voorstel en de organisatie goed in elkaar qua samenhang en fasering van het programma?	Pagina 4, laatste 3 alineas
8	Is het beoogde consortium van voldoende kwaliteit en adequaat toegerust daar waar het toegepaste onderzoek en latere fasen van bedrijvigheid betreft? Wat is de track record van de partijen die betrokken zijn in de governance?	Zie hele analyse
9	Worden private sector en business case denken op de juiste manier gekoppeld aan de kenniswereld?	Zie hele analyse
10	Zijn er andere financiële instrumenten die (ten dele) inzetbaar zijn, zodat Groeifonds middelen optimaal ingezet kunnen worden? Neem ook EU financiering mee.	Pagina 3 laatse alinea en verder op pagina 4 eerste 3 alinea's
11	Heeft het voorstel relevante internationale (Europese) initiatieven en financieringsmogelijkheden in kaart en speelt het voldoende op de (kansen van) internationale samenwerking in?	Zie 11
12	Sommige voorstellen, w.o. AI, stellen instrumenten voor. Bijvoorbeeld proeftuinen, PPS-instrumenten. Is de opzet van deze instrumenten goed onderbouwd? (of wijken ze af, door bv. grotere budgetten dan normaal gesproken, andere steunpercentages e.d.)	Pagina 6 eerste alinea; pagina 4 laatste alinea;
13	Welke onzekerheden en risico's bestaan er rondom de realiseerbaarheid van het tot wasdom komen van de voorgestelde innovaties? Zijn de risico's voldoende in kaart?	Zie analyse
14	Is de technologische ontwikkeling al zo ver dat de voorstellen inderdaad kunnen opleveren wat er geschetst wordt?	Pagina 1, laatste alinea

15	Is er een aannemelijk mechanisme geschetst waarmee een goede wisselwerking tussen kennisontwikkeling en maatschappelijke toepassing geborgd?	Pagina 2, laatste alinea
16	Draagt het project bij aan vernieuwing en duurzame versterking van toekomstige bedrijvigheid?	Pagina 1, laatste alinea
17	Is de begroting van voldoende kwaliteit, voldoende onderbouwd en is de planning haalbaar?	Pagina 5, 3e paragraaf

4. Bijzonderheden / algemene opmerkingen

Recent is bekend geworden dat de mogelijke oplossingsrichting Majorana Qubit (TUD) onzeker is geworden, doordat men een eerdere publicatie heeft moeten rectificeren. Onduidelijk is welke impact deze rectificatie heeft op het programma.

Er is in quantum netwerk een wereldprimeur behaald met de realisatie van een netwerk met 3 nodes. Met de publicatie hiervan is wetenschappelijk succes geboekt.

0. Fondsplan analyse	Health-RI Datum: 23 februari 2021
Aanvraag:	landelijke data-infrastructuur
Initiatiefnemer / leden:	Health-RI
Start- en einddatum:	1-1-2021 t/m 31-12-2027
Gevraagde subsidie:	€ 69.000.000

1. Algemene karakterisering

De aanvraag LSH Ecosysteem bestaat uit twee deelaanvragen. De ene deelaanvraag betreft Health-RI en de andere deelaanvraag Pilotfabriek voor regeneratieve geneeskunde van RegMed XB (hierna "RegMed XB"). Beide deelaanvragen zijn beschreven in losse appendices. In het hoofddocument is het aanvraagformat van EZK aangehouden en worden de beide deelprojecten alternerend beschreven.

De synergie tussen de deelprojecten Health RI en RegMed XB is zeer beperkt en betreft met name de data uitwisseling. Beide deelvoorstellen kunnen op de eigen merites worden beoordeeld en bij eventuele honorering los van elkaar worden uitgevoerd.

Het voorstel Health-RI richt zich op het opzetten van een nationale geïntegreerde, infrastructuur voor data voor de LSH sector. De totaal gevraagde bijdrage vanuit het Groeifonds betreft € 69 miljoen.

De strategische meerwaarde en het nationale belang van het opzetten van een nationale health data infrastructuur, als collectieve voorziening voor de LSH sector en Nederlandse gezondheidszorg, wordt onderschreven. De gezondheidsdata is te omvangrijk en te versnipperd en te duur om effectief door individuele partijen te worden ingezet voor innovatieve ontwikkelingen. Vanuit private partijen, maar ook vanuit andere subsidieregelingen, kan de financiering van deze infrastructuur niet van de grond komen.

De businesscase en project operationalisering zijn in de aanvraag echter slechts op hoofdlijnen beschreven. Bij positief besluit en voordat tot daadwerkelijke verlening overgegaan kan worden, dient (een) gedetailleerd (jaar)werkplan(en) met tussentijdse mijlpalen opgesteld en de financiële onderbouwing verder uitgewerkt te worden. Daarnaast dienen de genoemde commitments van partijen te worden aangetoond.

<u>Belang/Impact</u>
(Toegang tot) gezondheidsdata is van significant belang voor onderzoek en innovatie in de gehele breedte van de LSH sector (digital health, medical technology, biotech en pharma). Het sluit aan bij de ambities en doelstellingen die geformuleerd zijn in het actieplan "nieuw kansen voor de Topsector Life Sciences & Health" en het voorstel "FAST Impuls voor innovatieve therapieontwikkeling". Hierin wordt door het Nederlandse veld het belang van een gecoördineerde inspanning op gebied van data infrastructuur onderstreept om effectiever en sneller gezondheidsproblemen aan te pakken en zorgvernieuwingen gerealiseerd te krijgen. De voorgestelde infrastructuur (inclusief datakennis, capaciteit, training en support) kan als katalysator fungeren voor zorginnovaties. Ook in de context van gebruik van AI in gezondheidszorg. In de internationale arena moet, om het LSH ecosysteem in Nederland te behouden en te versterken, geïnvesteerd worden in de nationale health data-infrastructuur. De infrastructuur is randvoorwaardelijk voor life sciences en gezondheidsonderzoek en totstandkoming van onderzoek met impact en nieuwe innovaties in gezondheid en zorg.

Het Health-RI initiatief sluit aan bij het missiegedreven innovatiebeleid van dit kabinet m.b.t. het thema Gezondheid en Zorg. In het missiedocument en kennis- & innovatieagenda (KIA) 2020-2023 Gezondheid & Zorg en relevante Meerjarenprogramma's voor de KIA Sleuteltechnologieën (bijv. Bridge) wordt Health-RI (incl. GO-FAIR en Personal Health Train) als strategisch publiek-privaat-partnership aangemerkt en de data-infrastructuur als de enabler gezien voor de benodigde samenwerking tussen zorgaanbieders, kennisinstellingen, bedrijven, gemeenten en burgers.

Eén loket in Nederland voor het faciliteren van het (her)gebruik van gezondheidsdata door diverse organisaties (nationaal en internationaal), maakt Nederland in internationale context een interessante landingsplaats en samenwerkingspartner voor innovatieve bedrijven. Het inrichten van één loket en een gestandaardiseerde set gebruikersmodellen, waarbij privacy aspecten zijn geborgd, maakt het ook voor Nederlandse startups en MKB laagdrempeliger en efficiënter om toegang te krijgen tot benodigde data. Nationaal organiseren maakt het in totaliteit tevens efficiënter dan wanneer dit initiatief regionaal c.q. lokaal georganiseerd blijft. Nationaal organiseren kan daarnaast onderzoek en zorginnovaties versnellen. Bijvoorbeeld voor R&D activiteiten van startups of uitvoeren van klinisch onderzoek door universiteiten en umc's kan nationaal en Europese financiering instrumentarium aangesproken worden.

Internationale positionering

In de landen om ons heen zijn vergelijkbare, nationale initiatieven te zien, zoals in Frankrijk (Health Data Hub), UK (HDRUK/Genomics England/BiobankUK), Duitsland (MII/NFDI4Health), Zwitserland (SPHN), Canada (Health Data Reseach Network) en Estonia (Estonian National Health Information System).

De Europese Commissie heeft de totstandkoming van European Health Data Space tot prioriteit gemaakt. Met als doel om binnen Europa gezondheidsdata makkelijker uitwisselbaar en toegankelijker te maken. Niet alleen voor een betere gezondheidszorg (primair gebruik van medische data), maar ook voor gezondheidsonderzoek en beleidsvorming (hergebruik van medische data). De huidige coronacrisis onderstreept het belang om medische data makkelijker te kunnen uitwisselen. Hiervoor zijn internationale standaarden m.b.t. privacy, vindbaarheid, toegankelijkheid, interoperabiliteit en herbruikbaarheid (afkorting FAIR) van belang. Health-RI sluit naadloos aan bij de ambities van de Europese Commissie en de ontwikkeling van deze internationale standaarden. De infrastructuur zal het vervolgens mogelijk maken om succesvoller te participeren in Europese R&D & innovatie programma's, zoals Horizon Europe calls. De inrichting en financiering van een nationale infrastructuur zelf wordt gezien als een nationale verantwoordelijkheid. In landen om ons heen investeert de centrale overheid met succes in vergelijkbare infrastructuur.

FAIR is een oorspronkelijk Nederlands gedachtengoed en nu internationaal omarmd. De Nederlandse aanpak, het concept van gedistribueerde analyse en gedistribueerd leren (Personal Health Train) is een logische gezien de manier waarop de data in Nederland georganiseerd is. Dit zal ook een interessante propositie zijn voor andere landen en samenwerkingen over de grens.

Concluderend kan gesteld worden dat het Health-RI programma belangrijk is voor Nederlandse aansluiting bij de mondiale top. De ambitie van het consortium is eerst nationaal te starten en later door te ontwikkelen naar Europees niveau. Hierbij is het van belang om al vanaf de start van het programma, al bij actielijn 1 en 2, de standaardisatie volgens internationale richtlijnen op te stellen.

Business case

Gezien het strategische belang, zou men kunnen bepleiten dat deze collectieve datavoorziening niet uit het Groeifonds maar uit structurele overheidsmiddelen bekostigd zou moeten worden. De praktijk leert echter dat het realiseren van dit departement-overstijgende traject (raakt o.a. OCW, VWS, EZK) complex kan zijn. Een publieke investeringsimpuls vanuit het Groeifonds kan deze grootschalige infrastructurele ontwikkelingen aanzetten en, ook niet te onderschatten, sturen op daadwerkelijke nationale samenwerking.

Verwacht mag worden dat dit initiatief economische impact realiseert. Echter, de businesscase is slechts op hoofdlijnen beschreven. Op basis van de beschikbare informatie is het niet mogelijk om een onderbouwd oordeel te geven over de kwantitatieve mate waarop dit voorstel het verdienvermogen van Nederland versterkt. Niet alleen na het project, maar ook gedurende het project is de financiering van het project niet onderbouwd. De economische paragraaf biedt op dit moment onvoldoende informatie om direct een positief advies ten aanzien van dit initiatief te kunnen geven. Bij positief besluit zal nadere informatie en onderbouwing ontvangen moeten worden om op verantwoorde wijze subsidies te kunnen verlenen.

Voor de economische impact is het belangrijk om ook vroegtijdig bedrijfsleven in de governance van het traject te betrekken. Nadrukkelijkere betrokkenheid en sturing vanuit bedrijfsleven en met name het MKB wordt geadviseerd. Tot slot geldt dat een krachtige projectorganisatie een absolute vereiste is om dit initiatief tot een succes te maken.

2. Projectomschrijving

1. Probleem en doelstelling

Nederland kent omvangrijke en waardevolle datasets, maar de diverse gezondheidsdata worden op verschillende plekken vastgelegd. Ook nieuw genereerde data wordt op diverse locaties opgeslagen. Doordat de data versnipperd is over tal van databases op diverse locaties, wordt breder (her)gebruik van data bemoeilijkt. De data is om een diversiteit aan redenen onvoldoende toegankelijk voor onderzoekers en bedrijfsleven, wat wetenschappelijk onderzoek kan vertragen en ontwikkeling van zorginnovaties (bijvoorbeeld AI oplossingen voor vroegdiagnostiek) minder snel tot stand komen.

Het voorstel richt zich op het opzetten van een geïntegreerde, nationale infrastructuur voor gezondheidsdata, dat voldoet aan de internationale (technische) standaarden m.b.t. o.a. privacy/GDPR, interoperabiliteit/FAIR, ethics.

Het plan bestaat uit drie logische actielijnen (zie Tabel 1, blz. 9 van het Uitgewerkte plan Health-RI (Appendix2)) met SMART geformuleerde (eind)mijlpalen (KPI's) en tussentijdse procesmijlpalen. Bijvoorbeeld per Q4-2023 verwacht men een juridisch/ethisch afsprakenstelsel te hebben, per Q4-2024 zijn data governance & overeenkomsten ingericht en per Q4-2023 zijn de 8 regionale dataknooppunten ingericht.

Health-RI heeft de volgende concrete doelstellingen die zullen worden gemeten en ingezet als KPI's voor 2021-2027:

- Meer dan 10.000 onderzoekers, innovatoren, bedrijven en andere gebruikers (publiek en privaat) hebben toegang tot FAIR-gezondheidsdata.
- Alle umc's, kennisinstellingen en 26 topklinische ziekenhuizen zijn aangesloten.
- Meer dan 200 grote nationale datacollecties zijn onderling koppel- en deelbaar volgens de FAIR-principes.
- Meer dan 10.000 data-uitgiftes per jaar.
- Inrichten van 8 regionale dataknooppunten.
- Per jaar 5 tot 10 nieuwe startups op het gebied van data-gedreven gezondheidsonderzoek en innovatie.
- Meer dan 100 data experts in de regionale knooppunten opgeleid als data stewards.

Deze doelstellingen zijn zonder meer realiseerbaar als alle – data intensieve – organisaties zoals umc's en ziekenhuizen aan boord blijven en breed gedragen samenwerkingsmodellen gerealiseerd worden.

Diverse nationale en regionale initiatieven worden hier bijeengebracht in een coherente, nationale aanpak met internationale impact. Met name organisatorisch een flinke uitdaging, die niet met huidige overheidsprogramma's van de grond komt. De realisatie van deze nationale data-infrastructuur, toegankelijk voor zowel publiek als privaat, kan gezien worden als baanbrekend voor Nederland en van strategische meerwaarde voor de positie van de Nederlandse LSH sector.

2. Activiteitenplan, realiseerbaarheid en haalbaarheid

De activiteiten zijn op hoog abstractieniveau beschreven, de actielijnen zijn helder. De hoofdlijnen zijn in overeenstemming met de ambities die in eerdere verkenningen zijn geuit en beschreven. Men werkt toe naar een gezamenlijk afsprakenstelsel, het realiseren van FAIR gezondheidsdata in lijn met geldende internationale standaarden, zodat gedistribueerde analyses en gedistribueerd leren (onder

meer gebaseerd op Personal Health Train concept, waarbij analyses op data van meerdere innovatiecentra kunnen worden uitgevoerd, terwijl de data lokaal kunnen blijven) leren mogelijk wordt, en het opzetten van één 'one-stop-shop' loket.

De planning van met name fase 1 activiteiten is ambitieus te noemen en is sterk afhankelijk van de medewerking van alle betrokken organisaties. De realisatie vraagt om strak projectmanagement. De aan te stellen projectorganisatie zal een gedetailleerd plan moeten opstellen met tussentijdse mijlpalen. Daarin ook de onderlinge afhankelijkheden benoemen: welke trajecten zijn cruciaal om verder te kunnen, welke trajecten kunnen stapsgewijs gerealiseerd worden? Deze concretiseringsslag ontbreekt nog in het voorstel.

3. Tijdpad
Het project duurt tot eind 2027. In het eerste deel van de planning tot en met 2024 lopen veel actielijnen parallel. In de beschrijvingen wordt hieraan de meeste aandacht besteed en aan de uitdagingen die hier liggen (meer organisatorisch en cultureel). Dit is het meest ambitieuze deel van het project.

De taken vanaf 2025 lijken beperkt: modellen opstellen, faciliteren van analyse en leren, verdere software ontwikkelen t.b.v. het centrale loket en de digitale werkomgeving. Het opstellen van breed gedragen en geaccepteerde samenwerkingsmodellen is echter geen sinecure en cruciaal voor het welslagen van de nationale samenwerking. De concrete uitdagingen in deze fase (de activiteiten duren 2-4 jaar), zijn niet nader beschreven.

4. Organisatie, consortium en positionering in het gebruikersveld
De stichting Health-RI kent al een organisatiestructuur met een eigen bureau, management board en supervisory board. Alle in het plan genoemde stakeholders zijn vertegenwoordigd in de Strategic Committee. Gesteld wordt dat het Health-RI-samenwerkingsverband bestaat uit meer dan 150 publieke en private partijen en dat meer dan 70 daarvan expliciete steun hebben uitgesproken. Alleen steunbrieven van NFU en NKI zijn bijgevoegd. Concrete (financiële) onvoorwaardelijke commitments van andere genoemde partners ontbreken nog, of zijn niet expliciet gemaakt. Maar het feit dat alle genoemde partners reeds onderdeel zijn van de governance structuur maken het aannemelijk dat deze partners de organisatie- en financieringsopzet onderschrijven. Alle voor het realiseren van een nationale infrastructuur relevante NL partijen zijn betrokken; "all stakeholders in one room".

Het bedrijfsleven en met name het innovatieve MKB speelt een belangrijke rol bij de uiteindelijke ontwikkeling en realisatie van zorginnovaties (zowel biotech, als medtech, als digital). Toegang tot en kunnen hergebruiken van gezondheidsdata door het bedrijfsleven is daarom zeer relevant. Dit is ook een belangrijke doelgroep voor de verdere exploitatie van deze collectieve datavoorziening. Vanuit het oogpunt van startups, scaleups en MKB zou intensievere betrokkenheid van bijvoorbeeld HollandBIO (biotech) en FME (medtech) dan ook van meerwaarde kunnen zijn.
Health-RI wordt ook al als nationaal platform benoemd in andere strategische, publiek-private partnerships zoals bijvoorbeeld NLAIC, MedTechNL en RegMEdXB. De inbedding van Health-RI in de bredere LSH ecosysteem ontwikkelingen geeft het belang duidelijk weer. De infrastructuur kan een stevige basis leggen voor het versterken van het LSH ecosysteem.

5. Begroting en gevraagd subsidiebedrag
Health-RI vraagt uit het Nationaal Groeifonds een bijdrage van €69 mln. in de initiële kosten voor de IT- en data-infrastructuur (incl. web portaal, helpdesk en software) en (technisch) personeel voor de realisatie. Het gaat vooral om specialistisch personeel (IT, data-stewards, data- en software-engineers). In Tabel 2, blz. 22 van het Uitgewerkte plan Health-RI (Appendix2) is te lezen dat er ca. €10 mln. per jaar (=80% van de kosten) van de subsidie benodigd is voor uitvoering van de actielijnen, tot het moment van afbouw van dit bedrag in 2026, waarna in 2028 de kosten volledig worden overgenomen door inkomsten uit partner fees en andere inkomsten, waarbij Health-RI verwacht "op eigen benen te staan". De afbouw van 80% subsidiebijdrage per jaar in de kosten naar nul in 2 jaar is, gezien de onderbouwing van de businesscase (zie onderdeel 6 van deze paragraaf 2), te rigoureus en ambitieus neergezet. En daarmee komt de continuïteit van het project in gevaar als deze inkomsten niet gerealiseerd worden. Positief is dat de gezamenlijke umc's zich gecommitteerd hebben tot de start-up

fase van Health-RI (€ 1,8 mln.). De *in-cash* bijdragen van de regionale knooppunten vanaf 2026 worden niet onderbouwd met bijv. een Letter of Intent (voorwaarde, zie paragraaf 3) Wat ook ontbreekt is een onderbouwing van partijen (de post 'overige inkomsten'), die interesse hebben om te betalen voor gebruik van de data (en zo ja, hoeveel zijn zij bereid te betalen). Evenmin is helder of er voor bedrijven een ander bedrag gevraagd gaat worden dan voor bijvoorbeeld ziekenhuizen en universiteiten, omdat de gezondheidsdata-infrastructuur als publieke voorziening wordt ontwikkeld. Of €69 mln. (voor €110 mln. aan totale kosten voor 2021-2028) voldoende is voor uitvoering conform plan is niet te beoordelen. Inzoomen op bijvoorbeeld de uitgaven aan het aannemen van ontwikkelaars (Tabel 3, blz. 28 van het Uitgewerkte plan Health-RI (Appendix2)), wordt niet helder om hoeveel medewerkers het gaat. Daarnaast is te zien dat in jaar 2 het bedrag verdubbelt, en de jaren erna stabiel blijft. Vraag hierbij is of dit (specifiek) IT personeel (snel) te vinden is. Potentieel risico is het niet tijdig kunnen aantrekken van IT-personeel, omdat ze er 'gewoon' niet zijn en het plan vertraagd wordt. NB. Op blz. 34 van het Uitgewerkte plan Health-RI (Appendix2) is te lezen staat dat realisatie van deze opschaling niet alleen een technische uitdaging is, maar grotendeels een sociaal en cultureel probleem. Hoe gaat Health-RI dit adresseren? De verwachting is dat daarvoor meer dan IT-specialisten benodigd zijn.

6. Effecten, marktpotentieel en business case

Dat een verbeterde data-infrastructuur bijdraagt aan het verdienvermogen van Nederland is aannemelijk. Het plan vat het samen in figuur 5 (blz. 26 van het Uitgewerkte plan Health-RI (Appendix2)), waarin 5 verschillende effecten worden benoemd. De verwachting is dat Health-RI over zeven jaar een impact kan hebben op de Nederlandse economie van €1,5 miljard per jaar in de vorm van investeringen, efficiëntie en zorgkostenbesparing, en een maatschappelijke impact kan hebben in de vorm van betere gezondheid van Nederlanders. Dit bedrag wordt in de figuren 6-11 nader onderbouwd, maar is niet sterk. Hieronder volgt de analyse van de verwachte effecten.

Effect 1, extra investeringen in onderzoek en Effect 2, tijdswinst en efficiënter onderzoek

De conclusie is dat de gebruikte aannames bij de berekeningen en daarmee het verwachte effect niet onderbouwd zijn. Bijvoorbeeld bij de berekening van effect 1 is uitgegaan van operationele kosten van € 14 mln. per jaar, wat niet verder wordt onderbouwd (figuur 6, blz. 49 van het Uitgewerkte plan Health-RI (Appendix2)). Daarnaast maakt men gebruik van getallen uit een survey van een (Engelse) zusterorganisatie (EMBL-EBI). Het is zeer de vraag of dit zomaar geëxtrapoleerd kan worden naar de Nederlandse situatie.

Effect 3 Versterking life science & health-sector (LSH-sector)

Dat Health-RI het genereren van meer onderzoeksmiddelen, efficiënter onderzoek faciliteert en zo een positieve impact op het innovatieklimaat van de Nederlandse LSH-sector heeft, is aannemelijk. In figuur 8, blz. 53 van het Uitgewerkte plan Health-RI (Appendix2) wordt een effect van €50 mln. per jaar verwacht op basis van toetreding van drie biotech bedrijven per jaar met een verhoogde kans tot marktpenetratie met een succesvol medicijn. De aanname dat met Health-RI 15 projecten benodigd zijn i.p.v. 38 projecten om dit realiseren wordt niet nader toegelicht, er wordt gemeld dat bij de start van klinische ontwikkeling nu 38 projecten nodig in de discovery fase voor 1 succesvol medicijn approval. Health-RI verwacht met slimme data maar 15 projecten in discovery fase op te moeten starten voor 1 succesvol medicijn in de markt. Met andere woorden, het onderzoek wordt efficiënter gefaciliteerd, maar hoeveel efficiënter en wat voor financieel effect dit heeft, is niet (goed) onderbouwd.

Effect 4 Groei van de HealthTech sector

Dat Health-RI de ontwikkeling, klinische validatie en marktintroductie van nieuwe producten gaat versnellen, is aannemelijk en ook dat zij daarbij kansen biedt voor het stimuleren van (nieuwe) en innovatieve startups en scaleups in HealthTech- en biotech bedrijven. Het genoemde effect van deze startups en scaleups wordt geschat op €225 mln. jaar. Echter, bij de onderbouwing in figuur 9 en 10 (blz. 54, 55 van het Uitgewerkte plan Health-RI (Appendix2)) wordt niet toegelicht hoe bijv. het effect in jaar 7 (totale bijdrage aan NL verdienvermogen door startups van €35-70 mln. per jaar (voor respectievelijk 5 en voor 10 startups) zich verhoudt, wanneer Health-RI er niet zou zijn. Immers, men geeft in figuur 9 zelf al aan dat "NL heeft nu 38 startups in de Health-Tech".
Vergelijkbaar is de aanname in figuur 10, dat 2 bedrijven per jaar zullen doorgroeien en deze in 2027

gezamenlijk in investeringsrondes een aanvullende €170 mln. per jaar ophalen. Ook hier, is dit bedrag het dubbele wanneer vergeleken zonder Health-RI, of 10% extra dan wanneer Health-RI er niet zou zijn?

Effect 5 Gezondheidswinst door gepersonaliseerde behandeling, betere zorg en ziektepreventie
Daarnaast is het aannemelijk dat met grote volumes goed beschikbare data van hoge kwaliteit sneller kunstmatige intelligentie (AI) voor nieuwe en kosteneffectieve toepassingen in preventie, (vroeg)diagnose en zorg sneller kan worden ontwikkeld en geïmplementeerd. In figuur 11, blz. 58 verwacht men een kostenbesparing in de zorgkosten door verbeterde diagnostiek van 2-3% resulterend in €900 mln. kostenbesparing per jaar. De aanname hierbij is dat alle ziekenhuizen en eerstelijnszorg dit gelijk in jaar 7 implementeren. Deze aanname is nogal ambitieus opgesteld. Daarnaast is Health-RI een (kleine) schakel in de hele keten, i.e. voor het uiteindelijk effect is men immers ook afhankelijk van bijvoorbeeld bedrijven die deze innovatie vermarkten, investeerders die in deze innovatie willen investeren, en er zullen innovaties onderweg sneuvelen. Bovendien moeten zorgverzekeraars de innovatie vergoeden en het zorginstituut in basispakket adviseren op te nemen. Daarnaast zal aan (Europese) wet- en regelgeving moeten worden voldaan. Positief is dat Health-RI in actielijn 1 (afsprakenstelsel) invulling geeft aan dit onderwerp en men vanaf de start met de juiste partijen aan tafel zit.

Concluderend kan worden gesteld dat dataharmonisatie een logische stap om beter onderzoek mogelijk te maken. Het is zonder meer aannemelijk dat dit kan leiden tot betere gezondheidszorg en economische activiteiten. De effecten hiervan zijn echter lastig te kwantificeren. Het plan geeft hier ook inschattingen van, maar de onderbouwing daarvan is zeer summier en in gevallen ambitieus te noemen. Het is niet zeker dat de verwachte inkomsten voldoende zullen zijn om dit project vanaf 2028 structureel te ondersteunen zonder verdere subsidie.
NB. Niet alleen vanaf 2028, maar ook al tijdens het project, zoals in bovenstaand onderdeel 5 al is geconcludeerd, is op dit moment niet duidelijk dat alle genoemde toezeggingen hard gecommitteerd zijn. Daarnaast gaat men uit van inkomsten, die er wellicht niet zullen zijn of er vertraagd zullen zijn. Daarmee komt de financiering van het project al tijdens de looptijd in gevaar. Er worden in de plannen geen mitigerende maatregelen genoemd voor deze financiële risico's.

<u>7. Verankering nadat project is afgerond</u>
Verankering in de regio (de 8 knooppunten) wordt na het project voortgezet met de continuering van inkomsten uit partner fees en de 'in-cash' bijdragen vanuit de kennisinstellingen. Tijdens ontvangst van de subsidie zijn deze bijdragen nog 'in-kind', en bewijs voor overgang naar 'in-cash' bijdragen vanaf 2026 is niet aangeleverd (wel is er een brief van de gezamenlijke umc's voor hun commitment voor na project zonder de specifiek benoeming van een bedrag). De bijdragen uit partner fees zullen met name worden aangewend ten behoeve van onderhoud en exploitatie van de infrastructuur. Voor de doorontwikkeling van regionale data-infrastructuren in de regio is de verwachting dat ROMs zullen gaan bijdragen. Hiermee wordt geborgd dat niet alleen de subsidie blijvend effect sorteert, maar ook de doorontwikkeling van de data-infrastructuren
Daarnaast verwacht men inkomsten te generen uit 'fee-for-service' voor gebruik van data. Dat de gestandaardiseerde veelvoud aan (onderzoeks-)data interessant is voor (private) partijen om innovatieve ontwikkelingen sneller en efficiënter in de markt te zetten is aannemelijk, echter het wordt uit de plannen niet duidelijk welk bedrag men bereid is hiervoor te betalen en wie deze partijen zijn.

Wel heeft het consortium aannemelijk gemaakt dat Health-RI aansluit bij de agenda's van bestaande initiatieven, m.n.. is het een van de PPPs van de Topsector Life Sciences and Health (blz. 46, 47).

3. Sleutelvragen en antwoorden

#	Sleutelvraag	Antwoord / verwijzing
1	Heeft het Nederlandse bedrijfsleven het vermogen om de kennis van het voorstel tot innovatieve toepassingen te brengen?	Het plan omschrijft een essentiële infrastructuur om onderzoek en ontwikkeling mogelijk te maken. Het is zeer aannemelijk dat het Nederlandse bedrijfsleven hier volop van kan gaan profiteren.
2	Zijn de juiste partijen betrokken?	Gesteld wordt dat het Health-RI-samenwerkingsverband bestaat uit meer dan 150 publieke en private partijen en dat meer dan 70 daarvan expliciete steun hebben uitgesproken. Maar het feit dat alle genoemde partners reeds onderdeel zijn van de governance structuur maken het aannemelijk dat deze partners de organisatie- en financieringsopzet onderschrijven. Vanuit het oogpunt van startups, scaleups en MKB zou intensievere betrokkenheid van bijvoorbeeld HollandBIO (biotech) en FME (medtech) van meerwaarde kunnen zijn.
3	Is er voldoende commitment van de kennisgebruikers?	Alleen steunbrieven van NFU en NKI zijn bijgevoegd. Concrete (financiële) onvoorwaardelijke commitments van andere genoemde partners ontbreken nog, of zijn niet expliciet gemaakt.
4	Wat is de positie van de private partijen, die belang hebben bij de ontwikkelde kennis? (omvang, financierings- en innovatiebereidheid). Is het een goede positie?	Private partijen die belang hebben bij de infrastructuur zijn zeer divers. Dit kan variëren van grote farmaceuten tot consultancybedrijven. Het voorstel geeft geen directe omschrijving van de groep private partijen, maar dit is wel impliciet uit de plannen op te maken.
5	Zijn IP afspraken voldoende geadresseerd om weglekrisico's te voorkomen?	nvt
6	Biedt het voorstel (een) unieke kans(en) om voor langere termijn garant te staan voor nieuwe bedrijvigheid en toekomstig verdienvermogen?	Het bedrijfsleven en met name het innovatieve MKB speelt een belangrijke rol bij de uiteindelijke ontwikkeling en realisatie van zorginnovaties (zowel biotech, als medtech, als digital). Toegang tot en kunnen hergebruiken van gezondheidsdata door het bedrijfsleven is daarom zeer relevant. Dit is ook een belangrijke doelgroep voor de verdere exploitatie van deze collectieve datavoorziening.
7	Zit het voorstel en de organisatie goed in elkaar qua samenhang en fasering van het programma?	Het plan bestaat uit drie logische actielijnen (zie Tabel 1, blz. 9 van het Uitgewerkte plan Health-RI (Appendix2)) met SMART geformuleerde (eind)milestones (KPI's) en tussentijdse procesmijlpalen.
8	Is het beoogde consortium van voldoende kwaliteit en adequaat toegerust daar waar het toegepaste onderzoek en latere fasen van bedrijvigheid betreft? Wat is de track record van de partijen die betrokken zijn in de governance?	Het consortium bestaat uit veel partijen. Deze partijen hebben vaak zelf de voorzieningen om start-ups te begeleiden.
9	Worden private sector en business case denken op de juiste manier gekoppeld aan de kenniswereld?	De private sector wordt benoemd als gebruiker van de infrastructuur en is derhalve gekoppeld.
10	Zijn er andere financiële instrumenten die	Gezien het strategische belang, zou men kunnen

	(ten dele) inzetbaar zijn, zodat Groeifonds middelen optimaal ingezet kunnen worden? Neem ook EU financiering mee.	bepleiten dat deze collectieve datavoorziening niet uit het NGFmaar uit structurele overheidsmiddelen bekostigd zou moeten worden. Diverse nationale en regionale initiatieven worden hier bijeengebracht in een coherente, nationale aanpak met internationale impact. Met name organisatorisch een flinke uitdaging, die niet met huidige (EU) overheidsprogramma's van de grond komt.
11	Heeft het voorstel relevante internationale (Europese) initiatieven en financieringsmogelijkheden in kaart en speelt het voldoende op de (kansen van) internationale samenwerking in?	De infrastructuur zal het mogelijk maken om succesvoller te participeren in Europese R&D & innovatie programma's, zoals Horizon Europe calls. De inrichting en financiering van een nationale infrastructuur zelf wordt gezien als een nationale verantwoordelijkheid. In landen om ons heen investeert de centrale overheid met succes in vergelijkbare infrastructuur.
12	Sommige voorstellen, w.o. AI, stellen instrumenten voor. Bijvoorbeeld proeftuinen, PPS-instrumenten. Is de opzet van deze instrumenten goed onderbouwd? (of wijken ze af, door bv. grotere budgetten dan normaal gesproken, andere steunpercentages e.d.)	nvt
13	Welke onzekerheden en risico's bestaan er rondom de realiseerbaarheid van het tot wasdom komen van de voorgestelde innovaties? Zijn de risico's voldoende in kaart?	Het plan voorziet dat de realisatie van de opschaling niet alleen een technische uitdaging is, maar grotendeels een sociaal en cultureel probleem. Hoe gaat Health-RI dit adresseren?
14	Is de technologische ontwikkeling al zo ver dat de voorstellen inderdaad kunnen opleveren wat er geschetst wordt?	Ja
15	Is er een aannemelijk mechanisme geschetst waarmee een goede wisselwerking tussen kennisontwikkeling en maatschappelijke toepassing geborgd?	Ja, de infrastructuur is randvoorwaardelijk voor life sciences en gezondheidsonderzoek en totstandkoming van onderzoek met impact en nieuwe innovaties in gezondheid en zorg.
16	Draagt het project bij aan vernieuwing en duurzame versterking van toekomstige bedrijvigheid?	Dat een verbeterde data-infrastructuur bijdraagt aan het verdienvermogen van Nederland is aannemelijk. Maar op basis van de beschikbare informatie is het niet mogelijk om een onderbouwd oordeel te geven over de kwantitatieve mate waarop dit voorstel het verdienvermogen van Nederland versterkt.
17	Is de begroting van voldoende kwaliteit, voldoende onderbouwd en is de planning haalbaar?	Of €69 mln. (voor €110 mln. aan totale kosten voor 2021-2028) voldoende is voor uitvoering cf. plan is niet te beoordelen.

4. Bijzonderheden / algemene opmerkingen

Samengevat kan worden gesteld , dat deze aanvraag absoluut kansen biedt voor de Nederlandse LSH sector en daarmee voor Nederland. Om een nationale aanpak mogelijk te maken, is een bijdrage uit het Groeifonds in principe zeer gewenst. De uitwerking van de aanvraag laat op een groot aantal punten echter (nog) te wensen over, waarmee deze aanvraag zonder nadere informatie en het opstellen van aanvullende voorwaarden niet gehonoreerd zou moeten worden.

SWOT

Sterktes:
- Diversiteit en hoeveelheid relevante organisaties nu al aangehaakt.
- Nationale aanpak en governance.
- Één loket functie voor toegang tot alle nationale health data voor onderzoekers en bedrijfsleven.
- FAIR en PHT als ankerpunten in NL al in de steigers.

Zwaktes:
- Businessmodellen zijn aannemelijk, maar niet onderbouwd en zijn nog niet scherp.
- Nog geen betrokkenheid FME, HollandBIO met het oog op biotech, medtech en digital health SMEs.
- De onderbouwing van commitment van de genoemde partners en gebruikers ontbreekt.
- Ontbreken van een duidelijke en krachtige projectorganisatie.

Kansen:
- Met een impuls vanuit het Groeifonds kan een vliegende start gemaakt worden met de nationale datavoorziening.
- Europees één van de koplopers zijn en blijven op terrein van gezondheidsonderzoek en het blijven bieden van een excellent gezondheids(zorg)- en innovatieklimaat.

Bedreigingen:
- Zonder nationale infrastructuur zal de datavoorziening versnipperd blijven en niet direct interoperabel zijn, wat nodig is voor data-gedreven gezondheidsonderzoek.
- Als nationale infrastructuur niet georganiseerd wordt, zullen we als Nederland achter gaan lopen ten opzichte van andere EU en daarbuiten landen.

Geadviseerde voorwaarden bij een eventueel positief advies:
- ✓ Opstellen van gedetailleerd en meer onderbouwd plan: hierbij specifiek de projectbegroting per mijlpaal fase toetsen aan de activiteiten, incl. risicoanalyse + oplossingen.
- ✓ Concrete (financiële) commitments opvragen, zowel tijdens de duur van de subsidie als daarna(in-cash bijdragen en gebruikersinkomsten). Onderbouwing en aannemelijk maken van de inkomsten die gedurende het project en erna zouden worden gerealiseerd.
- ✓ Er dient comfort te worden verkregen bij de verantwoordelijke projectorganisatie.

0. Fondsplan analyse	**Pilotfabriek regeneratieve geneeskunde** Datum: februari 2021
Aanvraag:	Pilotfabriek voor regeneratieve geneeskunde
Initiatiefnemer / leden:	RegMed XB
Start- en einddatum:	1-1-2021 t/m 31-12-2026
Gevraagde subsidie:	€ 56.000.000

1. Algemene karakterisering

De aanvraag LSH Ecosysteem bestaat uit twee deelaanvragen. De ene deelaanvraag betreft Health-RI en de andere deelaanvraag Pilotfabriek voor regeneratieve geneeskunde van RegMed XB (hierna: "RegMed XB"). Beide deelaanvragen zijn beschreven in losse appendices. In het hoofddocument is het aanvraagformat van EZK aangehouden en worden de beide deelprojecten alternerend beschreven.

De synergie tussen de deelprojecten Health RI en RegMed XB is zeer beperkt en betreft met name de data uitwisseling. Beide deelvoorstellen kunnen op de eigen merites worden beoordeeld en bij eventuele honorering los van elkaar worden uitgevoerd.

Regenerative Medicine (verder RM) heeft het afgelopen decennium een aantal spraakmakende mijlpalen gerealiseerd. Over de potentie en toekomstige impact van dit veld (op de mogelijke genezing van chronische en/of genetische ziektes) is geen discussie, misschien wel over de termijn wanneer dit kan materialiseren. De ontwikkelingen zijn complex en technisch en regulatoir uitdagend, maar de eerste behandelingen hebben de patiënt de afgelopen jaren wel weten te bereiken.

Nederland heeft een substantiële kennispositie op het gebied van regeneratieve geneeskunde en biedt een aantrekkelijke locatie voor bedrijven en kennisinstellingen. Relevant is ook de recente vestiging van de EMA in Amsterdam.

RegMed XB heeft een aanvraag ingediend bij het Groeifonds ter financiering van een pilotfabriek voor regeneratieve geneeskunde. Hiervoor wordt € 56 miljoen aan bijdrage gevraagd.

Aansluiting op nationaal beleid
Sinds begin van deze eeuw heeft de Nederlandse overheid fors geïnvesteerd in kennisontwikkeling en publiek-private samenwerking op het gebied van RM. In het actieprogramma 'Nieuwe kansen voor Topsector Life Sciences & Health' (2020) wordt regeneratieve geneeskunde en (stam)celtechnologie dan ook als een van de nationale sterktes van het Nederlandse LSH-ecosysteem gezien. Letterlijk zegt het actieplan "om de beloftes van dit vakgebied waar te maken, moet nog veel werk verzet worden, met name op gebieden als landelijke coördinatie, faciliteiten, opschaling en wet- en regelgeving". Dit projectvoorstel sluit hierop aan door te investeren in een pilotfabriek op vijf verschillende locaties en daarmee onderzoekers en bedrijven te ondersteunen bij het ontwikkelen, opschalen en valideren van nieuwe productietechnologie en -diensten voor RG-therapieën, waarbij is voorzien in onderlinge afstemming en uitwisseling. Ook de FAST Impuls voor innovatieve therapieontwikkeling (2020) met een voorstel voor een gerichte aanpak van de Nederlandse overheid benoemt RM en personalised medicine als speerpunten.

Aansluiting op EU programma's
Aansluiting van Nederlandse partijen op RM onderwerpen binnen het Europese Health programma in de afgelopen jaren is goed te noemen: in de periode vanaf 2015 tot nu zijn Nederlandse partijen gewilde partners en deden in bijna 64 % van de toegekende projecten mee (met 1 of meer partners). Daarmee ging € 46,5 miljoen van de toegekende € 370,5 miljoen naar Nederlandse partijen, dat is 12,5% van het toegekende budget (daarmee een bovengemiddeld retourpercentage: het brede Nederlandse gemiddelde ligt op 7,6-7,7% en voor Health totaal op 11,5-12%). Van die € 46,5 miljoen ging € 30,8 miljoen naar RegMedXB partners.

Op de RM onderwerpen die vallen onder Nanotechnologies, Advanced Materials, Biotechnology and Advanced Manufacturing and Processing (NMBP) zijn de cijfers iets gematigder met een nog steeds bovengemiddeld retourpercentage van 8,4%, en wederom meer dan 50% van de projecten met

minimaal 1 NL-partner.

De RegMedXB partners nemen een sterke positie in het veld in, maar tegelijkertijd is duidelijk dat ook partijen daarbuiten actief zijn. Een nationale infrastructuur met deze translationele faciliteiten, die effectief samenwerken, vormt een meerwaarde, waarmee Nederland ook in de toekomst een goede propositie richting Europese (onderzoeks-) initiatieven kan bieden. Financiering vanuit Europese programma's (bv. Horizon) voor dergelijke faciliteiten is niet beschikbaar. Mogelijk kan op regionaal niveau (bv. EFRO) een pilotlijn worden ingediend, maar daarmee wordt de regionale versnippering niet geadresseerd. Vanuit de EIB is er een programma opzet Investment Plan for Europe, met daarin ook een expliciete vermelding voor investeringen in de gezondheidszorg. Voor een eventuele toekenning vanuit het Groeifonds, dient daarom nog een check te worden gedaan in hoeverre RegMed XB daar ook nog gebruik van zou kunnen maken.

Noodzaak voorstel en tekortkomingen
De investeringen zijn te groot en te risicovol voor private partijen. Om de positie van Nederland (ook internationaal) te versterken en te kapitaliseren op de belofte van deze nieuwe technieken is een investering in dit veld noodzakelijk.

Het projectplan heeft echter een aantal tekortkomingen:

- Er wordt geen daadwerkelijke **nationale** infrastructuur gerealiseerd. Het advies is om het consortium te verzoeken om het plan meer uit te werken en te kijken hoe het nationale karakter meer vorm krijgt.
- Het gebrek aan onderbouwing van de voorziene capaciteit, de omzetprognoses en haalbaarheid van de exploitatie.
- Er is een gebrek aan tussentijdse mijlpalen en go / no go momenten, waardoor het project onvoldoende beheersbaar is.

Een beoordeling op (geoorloofde) staatssteun is noodzakelijk. Deze is complex, door de afwijkende governance van de afzonderlijke pilotlijnen, de variabele bijdragen in investeringen in gebouwen en apparatuur en de subsidiering van de (omzetafhankelijke) exploitatie. Bijzondere aandacht daarbij voor de beoogde productiefaciliteiten in Eindhoven en Oss die commerciële activiteiten omvat. Een aandachtspunt is ook, of er voorwaarden gesteld moeten worden aan de (berekening van de) tarieven die de pilotlijnen willen hanteren.

2. Projectomschrijving

1. Probleem en doelstelling

Probleemstelling:
Productie van materialen voor nieuwe Regeneratieve therapieën is momenteel duur en complex. Er wordt gewerkt met levend materiaal, het moet voldoen aan hoge eisen en is nu nog arbeidsintensief en niet geautomatiseerd. Het plan speelt in op nieuwe technieken en tekortkomingen in het huidige ecosysteem, zoals het ontbreken van voldoende onderzoeks- en procesontwikkelingsfaciliteiten. Samenwerking in een pilotfaciliteit, die aan alle regulatoire eisen voldoet, met academische kenniscentra, die niet alleen een diepgaande kennis van de biologie, maar ook van de ziektebeelden hebben, zou de toepassing van de therapieën daarom sterk kunnen versnellen.

Doelstelling:
Concreet wil men faciliteiten financieren in Leiden, Utrecht, Eindhoven/Oss en Maastricht. Tot en met 2026 zijn dit de doelstellingen:
• ~250 gebruikers/klanten bediend (universitaire instellingen en bedrijven)
• ~75 miljoen euro omzet uit de verkoop en/of verhuur van capaciteit, diensten en apparatuur
• ~120 nieuwe directe banen in de pilotlijnen
• ~25 spin-outs uit onderzoek aan de pilotlijnen en uit ontwikkelde productietechnologie

• ~90% verlaging van productiekosten per microweefsel (van 20 eurocent vandaag tot 2 eurocent in 2026).

Het plan voorziet enkel in de bouw van de faciliteiten en de kosten van het personeel. De ontwikkeling van nieuwe productiemethoden maken geen deel uit van dit plan. Hiervoor is men afhankelijk van onderzoek en ontwikkeling binnen andere consortia of bedrijven.

De biotechnologie is een van de sleuteltechnologieën in het overheidsbeleid. De activiteiten op het gebied van cel-, gen- en weefseltherapie leveren hier een directe bijdrage aan. Het initiatief bouwt voort op het LSH Topsectoren beleid en past binnen het FAST (Future Affordable and Sustainable Therapies) platform.

RegMedXB bouwt (deels) voort op publiek-private initiatieven, die sinds 2002 zijn opgezet met middelen uit o.a. ICES/KIS en FES-rondes (Dutch Program for Tissue Engineering; BMM (Biomedical Materials program); Translational Excellence in Regenerative Medicine (TERM - uit Smartmix middelen) en NIRM (Nederlands Instituut voor Regeneratieve Geneeskunde)).

Internationale initiatieven
Een Europese Horizonstudie (REMEDIE, publicatie 2016) benoemt Duitsland, Frankrijk en Engeland als belangrijkste hubs in Europa, o.a. omdat zij een vanuit een nationale strategie in RM hebben geïnvesteerd, leidend tot diverse R&D centra en andere infrastructuur.

Een sprekend voorbeeld is de '*cell and gene therapy catapult*' in London (zie noot 1), die in 2012 is opgezet met een startfinanciering van 70 mln pond om "an acute market failure -the lack of expertise to translate early-stage cell therapy research into commercial success" te adresseren. Deze 'catapult' heeft uitdrukkelijk een internationale functie en trekt klanten uit heel Europa (inclusief Nederland). In Canada was in 2011 al het Center for Commercialisation of Regenerative Medicine opgezet (CCRM) – de inspiratie voor het Leidse NECSTGEN- initiatief. Dit Center wil niet alleen nationaal maar ook internationaal kennis uitwisselen om de commercialisatie van RM te bevorderen. Verder zijn er verschillende instituten in de VS zoals het Wyss institute en CIRM, die met aanzienlijke financiering zijn opgezet.

Deze voorbeelden hebben daarmee een functie om niet alleen nationaal, maar ook internationaal kennis te genereren en uit te wisselen om de route naar toepassing te versnellen. Samenwerking en kennisuitwisseling versnelt niet alleen, maar draagt ook bij aan kwaliteit, veiligheid en kostenbeheersing.

Dergelijke initiatieven onderstrepen ook de noodzaak om de regionale initiatieven in Nederland te bundelen om voldoende massa te creëren om een positie van betekenis te kunnen verkrijgen in het internationale veld.

2. Activiteitenplan, realiseerbaarheid en haalbaarheid

Het plan beschrijft op hoofdlijnen dat de ontwikkel- en pilotlijnen bestaan uit hoogwaardige, volledig gecertificeerde labs en clean rooms met state-of-the-art apparatuur. De RG-pilotfabriek en haar pilotlijnen zullen deel uitmaken van het RegMed XB- programma. Ze staan in de scienceparken waar zij deel worden van lokale ecosystemen met klanten, leveranciers en partners.

In de plannen ontbreekt het aan uitgewerkte en concrete activiteiten. Er is een kostenoverzicht opgenomen waaruit kan worden afgeleid, dat er 8 verschillende faciliteiten worden gebouwd/ingericht op 5 verschillende plekken. Er wordt in de beschrijving van de pilotlijnen verwezen naar inhoudelijke plannen. Deze zijn niet gedeeld met RVO en over de plannen en de relatie met de beoogde nationale pilotfabriek kan dan ook geen inhoudelijk oordeel over worden geveld.

In het plan staat vermeld dat de partners ervaring hebben met het opbouwen van faciliteiten en certificeren van labs. Dit zijn standaardfaciliteiten. Van belang is de inrichting en een slimme keuze voor apparatuur, die mogelijkheden biedt voor verschillende gebruikers. Er worden enkele namen van

toeleveranciers en partners genoemd. Voor RVO is op basis van de opgeleverde stukken niet te beoordelen of dit de passende keuzes zijn.

Het plan bevat geen milestones of go/no-go momenten. De meeste kosten worden in de eerste twee jaar gemaakt. Er is geen sprake van het beheerst afbouwen van risico's. Dit betekent dat er nauwelijks mogelijkheden zijn om het project bij te sturen.

Een ander belangrijk onderdeel van het plan is het genereren van omzet uit de producten, verhuur van faciliteiten en diensten. Deze omzet moet vallen binnen de looptijd van het project en dienen ter dekking van de projectkosten. Er wordt geen marktplan aangeboden. Er worden geen inzichten gedeeld over de capaciteit van de faciliteiten of de hoeveelheid aan diensten of producten die zullen worden aangeboden. Er valt dus geen connectie te maken tussen de grootte van de afzetmarkt en het volume dat mogelijk of waarschijnlijk wordt aangeboden. Of de genoemde doelstellingen haalbaar en realistisch zijn, kan op basis van de aangeleverde stukken niet worden beoordeeld. Daarmee is het ook onvoldoende aannemelijk gemaakt dat de exploitatie van de faciliteiten volledig is gefinancierd.

3. Tijdpad

De looptijd van het plan is tot en met 2026. In het plan staat dat de voorbereidingen onmiddellijk kunnen beginnen en men verwacht dat de meeste fysieke infrastructuur tussen 2021 en 2023 kan worden opgeleverd. Dit impliceert dat er al bouwtekeningen/akkoorden zijn afgegeven. Zijn er al partners gevonden die gaan bouwen/inrichten? Het ontbreekt aan informatie om een inschatting te kunnen maken over de haalbaarheid binnen het geschetste tijdpad.

4. Organisatie, consortium en positionering in het gebruikersveld

Organisatie:

Er zijn 5 verschillende faciliteiten die worden opgezet. Het eigenaarschap van deze faciliteiten ligt bij de lokale initiatiefnemers die dat onderdeel co-financieren. Dit zijn publieke partners (universiteiten en overheden). Het plan beschrijft op hoog abstractieniveau waar het eigenaarschap van de faciliteit komt te liggen en welke governance structuur men zal gebruiken. Sommige maken gebruik van reeds bestaande structuren, voor anderen moet dit nog worden ingericht.

Faciliteit	*Eigenaarschap*
NECSTGEN	BV in eigenaarschap van LUMC
iPS & OoC hotel	Ingebed in bestaande governance LUMC
Productiecluster voor hydrogelen en bioafbreekbare implantaten	Stichting opgezet door Provincie Noord-Brabant, BOM, TU/
Advanced Therapies Innovation Centre, de GMP Simulator en de GMP Facility	Ingebed in bestaande governance UMCU
Industriële assemblagelijn	BV in eigenaarschap van Universiteit Maastricht, Maastricht UMC+ en Provincie Limburg

Dit zijn overzichtelijke organisatiestructuren die deels al bestaan. Deze organisaties hebben doorgaans ook eigen business development en ondersteuning bij start-ups.

De bestaande Stichting RegMed XB is verantwoordelijk voor het creëren van dit ecosysteem en de samenwerking en onderlinge samenhang tussen de pilotlijnen van de RG-pilotfabriek. Het ontwikkelt en vermarkt gezamenlijke business proposities tussen de pilotlijnen en doet gezamenlijke communicatie en branding. De stichting verzorgt het directeurenoverleg tussen de pilotlijnen. De inbedding van deze pilotlijnen in dit ecosysteem zou moeten zorgen voor aansluiting binnen de wetenschappelijke doelstellingen van de consortia van het RegMed XB programma.

Consortium
Het plan bevat intentieverklaringen. Deze zijn allemaal van universiteiten en overheden. De financiële toezeggingen in de LOI zijn wel afhankelijk gesteld van het rondkomen van de totale financiering met

behulp van het NGF. In het plan staan ook verschillende bedrijven genoemd die hebben aangegeven interesse te hebben in het gebruik van de faciliteiten. Deze interesse is echter niet onderbouwd met harde commitments.

Doordat enkel academische partners eigenaarschap dragen is de vraag hoe wordt geborgd, dat er voldoende ruimte zal worden geboden aan overige onderzoeksconsortia en private partijen. Is er geen sprake van een closed shop?

Positionering in gebruiksveld
In een rapport van KPMG uit november 2019 *Unlocking the Life Sciences Potential* worden 6 belemmeringen benoemd, die de Nederlandse life sciences sector hinderen in haar (internationale) groei. Nummer twee in de rij is de regionale fragmentatie: de verschillende hubs concurreren eerder met elkaar dan dat ze samenwerken.

In de RegMed XB pilotfabriek worden vier regionale initiatieven gecombineerd. De Stichting RegMed XB wil zorgdragen voor een nationale propositie (en de marketing daarvan), de samenwerking en synergie door een directeurenoverleg te organiseren en mensen tussen de lijnen uit te wisselen. Niet alleen op directeursniveau is structurele uitwisseling noodzakelijk, maar ook op operationele niveaus daaronder. Juist op inhoudelijk gebied (procesontwikkeling, veiligheid, kwaliteitsbeheersing, regulatoire kennis) kan er een substantiële kennisopbouw gerealiseerd worden als er uitwisseling plaatsvindt. Dit moet vooraf worden uitgewerkt in een nationale propositie, zodat ook vooraf afspraken kunnen worden gemaakt met de regionale initiatieven.

Voor een nationale propositie is het wenselijk dat ook wordt samengewerkt met universiteiten en partijen, die geen deel uitmaken van het RegMed XB consortium, maar eveneens toonaangevende spelers zijn in dit veld. Anders ontstaat er een closed shop en dit is onwenselijk. Hierin schiet het plan tekort.

<u>5. Begroting en gevraagd subsidiebedrag</u>
De begroting combineert investeringen en exploitatiekosten over de periode 2021 t/m 2027: kosten € 215,9 miljoen – gevraagde NGF bijdrage € 56,3 miljoen. Tot en met 2026 zijn de kosten begroot op € 188,7 miljoen.

Noodzaak publieke investering - additionaliteit
Een dergelijke investering in infrastructuur is privaat niet te mobiliseren. De faciliteiten zijn beschikbaar voor de onderzoekers van de universiteiten/ umc's en voor bedrijven (en spin-outs). Zij kunnen hun rol en impact vergroten in de ontwikkeling en toepassing van ATMP's (zie de executive summary van het LERU rapport uit 2019 onderaan deze analyse). Daarmee zijn de UMC's in staat om effectief ontwikkelingen te versnellen naar de patiënt en om effectief samen te werken met bedrijven om de therapieën ook naar de markt te brengen en daarmee bij te dragen aan een kostenreductie van het productieproces. Dit realiseert maatschappelijke impact, die echter moeilijk in cijfers is uit te drukken.

De ziekenhuizen zijn dan ook bereid zelf substantieel te investeren. LUMC heeft vorig jaar in mei de plannen voor NECSTGEN naar buiten gebracht (incl. haar committering van 21,6mln). En ook UMCU en MUMC hebben intentieverklaringen voor substantiële bedragen afgegeven. Dit geeft de indruk dat de investeringen in deze pilotlijnen wellicht in minder grote omvang zullen gaan plaatsvinden. Het plan maakt niet inzichtelijk wat het effect van de bijdrage van het NGF is.

Voor de productielijn voor hydrogelen en bio-afbreekbare implantaten is een onderbouwing van de noodzaak van een publieke investering in de propositie niet overtuigend en subsidiëring mogelijk onwenselijk. De hydrogelen worden verkocht – dat is een commerciële activiteit, evenals de contract-manufacturing voor marktpartijen als Xeltis of Fuji. Juist bij deze lijn is de NGF-bijdrage hoog en dekt de volledige investering en een deel van de exploitatie.

De noodzaak van de financiering uit het NGF zal per faciliteit moeten worden bepaald. Dit is

momenteel nog onvoldoende duidelijk.

Verdeling kosten, baten en risico's
De verdeling van de NGF-bijdrage over de deelprojecten is voor iedere lijn anders, zowel qua omvang, als timing. Hoe de hoogte van de NGF bijdrage per pilotlijn is bepaald, welke afspraken hieraan ten grondslag liggen, is onduidelijk. Voor Leiden en Utrecht (en naar verwachting ook voor Zuid-Limburg) is er een vergelijkbaar regionaal commitment (publieke gelden; zie steunbrieven). Voor Eindhoven/Oss ligt die verhouding scheef (zie ook business case). In Leiden en Utrecht nemen de beide UMC's de operationele risico's op zich. Zij committeren substantiële bedragen en zullen ook de inkomsten realiseren en bij achterblijvende omzet het operationele verlies moeten financieren. In Brabant en Limburg wordt de pilotlijn in een separate BV ondergebracht, waar ook de provincies (en BOM) een rol in nemen. Mitigerende factor voor achterblijvende omzetten is het reduceren van de kosten – deels 'vanzelf'(omzet-gerelateerde kosten, zoals de consumables (totaal ca. 21,5 mln)) en deels door minder snel mensen aan te nemen.

De investerende partijen vertegenwoordigen een belangrijk deel van de toekomstige gebruikers (onderzoekers). Daarbij dragen de faciliteiten ook bij aan het aantrekken van internationale onderzoeksprojecten. Bedrijven die mogelijk zelfstandig van de faciliteiten gebruik zullen maken, hebben geen steunbetuigingen afgegeven.

TABEL 1		Kosten 2021 tm 2026 (mln)	Waarvan (ver) bouw(ing)	Waar-van appa-ratuur	NGF (mln)	Intentiever-klaringen (mln) (zie steunbrieven)	Dekking uit omzet (mln)
Leiden 2 pilotlijnen	NECSTGEN en iPS & OoC hotel	77,2*	20,8	8,5	17 (22%)	21,6 (LUMC) 2 (Prov.ZH) 1,6 (UL) (33%)	35 (2022 tm 2026)
Utrecht 3 pilotlijnen	ATIC, GMP simulatie en GMP faciliteit	47,5*	4,8	6,9	12,6 (27%)	11,8 (UMCU) (25%)	22,9 (2022 tm 2062)
Eindhoven/ Oss 2 pilotlijnen	Hydro-gelen en implan-taten	26,9*		6	12,8 (48%)	1,4 (TUe) 1,5 Prov. NB (11%)	11,2 (2023 tm 2026)
Brightlands Health Campus Maastricht 1 samen-gestelde pilotlijn	Industriële assemblage-lijn	35,1*	Gebruiken faciliteit van MERLN en GMP-dienstverle ner Medace	8,5	12,5 (36%)	7,1 (UM) *5,5 (Pr. ZL): nog onzeker* (36%)	10 (2022 tm 2062)
RegMed XB	Coördinatie	1,8			1,4	0,4 Stichting RegmedXB	
TOTALEN 8 pilotlijnen		**188**	**25,6**	**29,9**	**56,3** **(30%)**	**52,9** (incl. Pr.ZL) **(28%)**	**79,1** **(42%)**

Fasering bijdrage groeifonds
Men voorziet de faciliteiten binnen 1-2 jaren te kunnen realiseren. In die eerste 2 jaren wordt dan ook al ruim € 43 miljoen (77%) van de NGF bijdrage opgevraagd Van een geleidelijke afbouw van risico's is daarmee geen sprake. En sturing op voorziene KPI's is na 2022 maar beperkt mogelijk. Of de

opgevoerde exploitatiekosten en investeringen in verbouwingen en apparatuur realistisch zijn en noodzakelijk, cq. voldoende, is op basis van de beschikbare informatie niet te beoordelen.

6. Effecten, marktpotentieel en business case

Markt voor regeneratieve therapie

Het voorstel heeft betrekking op de markt voor regeneratieve therapie. Die wordt voor 2020 nog geschat op $ 20-30 miljard met een groei van meer dan 25% per jaar. Uitgaande van $ 25 miljard wordt dan in 2030 een omvang van zeker $ 233 miljard bereikt en die groei zal verder doorzetten: een groeimarkt met veel potentie.

Omdat in de regeneratieve geneeskunde veelal sprake is patiënt-specifieke behandelingen (zodat de cellen/ weefsels niet worden afgestoten), betekent dit ook dat ziekenhuizen in de toekomst mogelijk een intensieve(re) rol spelen in de ontwikkeling en uitvoering van de behandeling.

Belang van de faciliteiten voor ziekenhuizen en kleine en middelgrote bedrijven

De investeringsbereidheid van de ziekenhuizen is dan ook te plaatsen in het perspectief van bovengeschetste ontwikkelingen. De faciliteiten bieden mogelijkheden voor onderzoekers om behandelingen (op beperkte schaal) te ontwikkelen en dan ook naar de patiënt te brengen. Daarmee kan het ziekenhuis innovatieve nieuwe behandelingen sneller aan haar patiënten aanbieden, zich internationaal onderscheiden en als innovatieve samenwerkingspartner voor farma positioneren.

Voor de ontwikkelbedrijven in Nederland vertegenwoordigen dergelijke faciliteiten een belangrijke infrastructuur. Nu moeten zij uitwijken naar het buitenland (Catapult) of soms veel geld en tijd verspillen met externe partijen voordat zij noodgedwongen zelf gaan investeren. In de aanloop naar een investering in eigen huis, is een dergelijke samenwerking met gedeelde kennis en ervaring, echter van grote waarde. Ook de integratie met de klinische praktijk is een substantiële meerwaarde voor kleine en middelgrote ontwikkelbedrijven.

Risico wet- en regelgeving

Gezien de nieuwheid van veel technologieën (bv. CRISPR-CAS sinds 2012) en de nieuwheid van de toepassingen is ook wet- en regelgeving in beweging. Dat geeft een risico op inschattingsfouten, interpretatie- en meningsverschillen, discussies met de regulators en daarmee op vertragingen en meerkosten. Samenwerking en uitwisseling van (regulatoire) feedback is dan een belangrijke meerwaarde van dit initiatief essentieel om te leren van elkaar en fouten te vermijden. Dit moet geadresseerd worden in het samenwerkingsplan en bijvoorbeeld vastgelegd worden in een KPI.

Businesscase overall en versterken van de nationale propositie

De faciliteiten zijn ‘not-for-profit’ – in de tekst worden onderzoekers, start-ups en scale-ups over één kam geschoren, wat betreft gebrek aan middelen. Zij kunnen geen commerciële prijzen betalen. Voor vroege fase bedrijven kan dat gelden, maar waar trekt men de grens? Relatief krachtig gefinancierde MKB’ers als Xeltis of Mimetas en grotere bedrijven (Genmab, Galapagos, Fuji) kunnen dat wel. Tarieven mogen geen ongeoorloofde staatssteun bevatten.

Voor alle faciliteiten wordt een mix van bedrijven en onderzoekers als gebruikers benoemd (of gezamenlijke projecten). Het ‘onderzoekersdeel’ is gezien de investerende partijen goed geborgd. Welke aandelen voor andere gebruikers gepland zijn, is niet bekend. Gezien de behoefte aan dergelijke faciliteiten en de hoge kosten van de ontwikkeltrajecten, lijken het haalbare omzetten, maar de onderliggende plannen zijn nodig om dat met enige zekerheid te concluderen.

Voor iedere pilotlijn is een set (eigen) KPI’s geformuleerd (p.79), maar zonder concrete targets te benoemen. RegMed XB verbindt zich om het geheel van deze doelstellingen te realiseren. Omdat juist het realiseren van synergie en samenwerking (ook buiten het consortium) de belangrijkste rol is van de stichting RegMed XB ligt het meer voor de hand om de KPI’s en hun targets op pilotlijn niveau te monitoren en voor de nationale propositie KPI’s op het gebied van samenwerking te formuleren. RegMed XB definieert er twee (p.79); dat aantal moet uitgebreid worden met andere relevante parameters (bijvoorbeeld tav. structurele uitwisseling en/of samenwerking van mensen op verschillende functies (zoals regulatory); samenwerking met partijen buiten het consortium; e.a.)

inclusief een plan om de beoogde targets te halen zowel op het niveau van de pilotlijnen als op nationaal niveau als voorwaarde voor een toekenning.

Businesscase per pilotlijn
Iedere pilotlijn hanteert eigen uitgangspunten om tot een omzetprognose te komen. Vanaf het begin zijn er in totaal ca. 75 mensen aan het werk in de faciliteiten en dit aantal verdubbelt gedurende de looptijd. De groei van deze werkgelegenheid is gekoppeld aan de groei van omzet. Daarmee kan in principe het risico op verliezen wel beperkt worden, maar op basis van de huidige informatie is het onmogelijk vast te stellen op welke termijn en onder welke omstandigheden en voorwaarden de individuele pilotlijnen een kostendekkende exploitatie kunnen realiseren. Er is geen informatie beschikbaar over :

- De aannames die zijn gebruikt voor de berekening van de omvang van de faciliteiten en de bijbehorende investeringen;
- De capaciteit die daarbij is ingeruimd voor de verschillende categorieën gebruikers (binnen en buiten het consortium alsook internationaal);
- De aannames die aan opzet en exploitatie ten grondslag liggen;
- Hoe de tarieven worden berekend voor de diensten, en;
- Welke afstemming met toekomstige gebruikers heeft plaatsgevonden.

Door het ontbreken van bovenstaande informatie is niet met zekerheid vast te stellen dat er sprake is van een positieve businesscase.

Haalbaarheid van de impact
In de impactberekening wordt de totale voorziene omzet van € 79 miljoen (gedurende de periode 2021 tot en met 2026) aan bedrijven toegeschreven. Deze bedrijven besteden daarnaast het vijfvoudige aan andere activiteiten, de zgn. “andere uitgaven”. Over de periode tot en met 2030 tellen deze op tot € 910 miljoen. Dat impliceert dat deze bedrijven tamelijk kapitaalkrachtig zijn - geen prille start-ups in de discovery fase, die de financiering nog moeten ophalen. Omdat ook ‘vroege bedrijven en onderzoekers van de faciliteiten gebruik maken, zijn die “andere uitgaven” daarmee te hoog ingeschat.

Los van de hoogte van dit bedrag, is het onterecht om deze “andere” uitgaven (de tekst noemt o.a. uitgaven aan klinisch onderzoek en testen) toe te rekenen aan de impact van het project. Ook zonder de pilotlijnen zullen de in Nederland gevestigde bedrijven waar mogelijk in eigen land activiteiten uitbesteden en klinische studies doen. Evengoed kan het noodzakelijk zijn om buitenlandse centra en toeleveranciers te betrekken.

Een belangrijke voorziene bijdrage van deze pilotlijnen is de versterking van de publiek-private samenwerking en dan juist tussen de universiteiten en de kleine en middelgrote biotech bedrijven in Nederland; tevens aan de valorisatie van de excellente kennis die op RM gebied in de afgelopen 20 jaar is gerealiseerd. In het meten van de aantallen gebruikers in de KPI’s is het dan ook relevant om onderscheid te maken tussen verschillende soorten gebruikers.

<u>7. Verankering nadat project is afgerond</u>
De drie initiatieven in Leiden, Utrecht en Maastricht zijn door de regionale opzet en het gedefinieerde eigenaarschap bij voorbaat goed verankerd. Het is duidelijk dat dit speerpunten zijn voor de betrokken UMC’s, die substantiële bedragen toezeggen (resp. 21,6 miljoen, 12,7 miljoen en 7,8 miljoen), alsook voor de betrokken provincies. Partijen zullen zich gezien hun eigendom/ aandeelhouderschap (100% in Leiden en Utrecht, gedeeld in Limburg) inzetten voor een succesvolle exploitatie, omdat verliezen voor eigen rekening komen.

De productielijnen in Eindhoven en Oss vallen onder het Smart BioMaterials Consortium (SBMC), een nieuwe stichting. Doelstelling en plannen van die Stichting zijn nog niet bekend, noch haar toekomstperspectief. De verankering is daarmee onzeker.

3. Sleutelvragen en antwoorden

#	Sleutelvraag	Antwoord / verwijzing
1	Heeft het Nederlandse bedrijfsleven het vermogen om de kennis van het voorstel tot innovatieve toepassingen te brengen?	Ja er zijn bedrijven in Nederland die in dit veld al actief zijn. Deze hebben reeds aangegeven van dergelijke faciliteiten gebruik te willen maken.
2	Zijn de juiste partijen betrokken?	Niet alle toonaangevende onderzoeksgroepen, buiten het RegMed Xb cluster zijn betrokken, dit is onwenselijk.
3	Is er voldoende commitment van de kennisgebruikers?	LOI zijn afgegeven door publieke partners. Van private partijen ontbreekt dit. Derhalve onvoldoende commitment.
4	Wat is de positie van de private partijen, die belang hebben bij de ontwikkelde kennis? (omvang, financierings- en innovatiebereidheid). Is het een goede positie?	Private partijen in Nederland zijn met name start-ups en scale-ups. Vooral voor deze groep is het belangrijk om faciliteiten beschikbaar te maken waarmee men kennis kan delen en ontwikkelkosten optimaal kunnen inzetten.
5	Zijn IP afspraken voldoende geadresseerd om weglekrisico's te voorkomen?	nvt
6	Biedt het voorstel (een) unieke kans(en) om voor langere termijn garant te staan voor nieuwe bedrijvigheid en toekomstig verdienvermogen?	Ja, maar de onderbouwing van het verdienvermogen is summier en wordt wellicht overschat. Realisatie van de pilotfabriek kan wel leiden tot toekomstige bedrijvigheid en biedt zeker toegevoegde waarde aan het bestaande RegMed XB cluster.
7	Zit het voorstel en de organisatie goed in elkaar qua samenhang en fasering van het programma?	Er is geen sprake van een programma. Het plan betreft de bouw en exploitatie van onderzoeks-/ontwikkel faciliteiten. Zie verder onder punt 2 Activiteitenplan, realiseerbaarheid en haalbaarheid
8	Is het beoogde consortium van voldoende kwaliteit en adequaat toegerust daar waar het toegepaste onderzoek en latere fasen van bedrijvigheid betreft? Wat is de track record van de partijen die betrokken zijn in de governance?	Dit zijn overzichtelijke organisatiestructuren die deels al bestaan. Deze organisaties hebben doorgaans ook eigen business development en ondersteuning bij start-ups. De bestaande Stichting RegMed XB is verantwoordelijk voor het creëren van dit ecosysteem en de samenwerking en onderlinge samenhang tussen de pilotlijnen van de RG-pilotfabriek. Het ontwikkelt en vermarkt gezamenlijke business proposities tussen de pilotlijnen en doet gezamenlijke communicatie en branding. De stichting verzorgt het directeurenoverleg tussen de pilotlijnen. De inbedding van deze pilotlijnen in dit ecosysteem zou moeten zorgen voor aansluiting binnen de wetenschappelijke doelstellingen van de consortia van het RegMed XB programma.
9	Worden private sector en business case denken op de juiste manier gekoppeld aan de kenniswereld?	De private sector zal ook gebruik gaan maken van de faciliteiten, dus ja deze koppeling is aanwezig.
10	Zijn er andere financiële instrumenten die (ten dele) inzetbaar zijn, zodat Groeifonds middelen optimaal ingezet kunnen worden? Neem ook EU financiering mee.	Financiering vanuit Europese programma's (bv. Horizon) voor dergelijke faciliteiten is niet beschikbaar. Mogelijk kan op regionaal niveau (bv

		EFRO) een pilotlijn worden ingediend, maar daarmee wordt de regionale versnippering niet geadresseerd. Daarmee lijkt de subsidiariteit vanuit het NGF gewaarborgd.
11	Heeft het voorstel relevante internationale (Europese) initiatieven en financieringsmogelijkheden in kaart en speelt het voldoende op de (kansen van) internationale samenwerking in?	Het plan beschrijft enkele internationale initiatieven. Nectgen is ook een voorbeeld van internationale samenwerking met Canada. Voor de overige pilotlijnen wordt dit niet beschreven. Het plan kan verder uitgewerkt om actief internationale aansluiting te zoeken.
12	Sommige voorstellen, w.o. AI, stellen instrumenten voor. Bijvoorbeeld proeftuinen, PPS-instrumenten. Is de opzet van deze instrumenten goed onderbouwd? (of wijken ze af, door bv. grotere budgetten dan normaal gesproken, andere steunpercentages e.d.)	nvt
13	Welke onzekerheden en risico's bestaan er rondom de realiseerbaarheid van het tot wasdom komen van de voorgestelde innovaties? Zijn de risico's voldoende in kaart?	Gezien de nieuwheid van veel technologieën en de nieuwheid van de toepassingen is ook wet- en regelgeving in beweging. Deze onderdelen worden in het plan niet geadresseerd. Dit zijn echter geen risico's voor de bouw van de faciliteiten, maar dienen door de gebruikers van de faciliteiten te worden geadresseerd De directe risico's ten aanzien van de bouw en exploitatie van de faciliteiten worden benoemd, maar men ziet deze niet als grote risico's. Met name ten aanzien van de exploitatie is er onvoldoende informatie aangeleverd om dit te kunnen beoordelen.
14	Is de technologische ontwikkeling al zo ver dat de voorstellen inderdaad kunnen opleveren wat er geschetst wordt?	Ja. Wellicht duurt het langer , zie **Markt voor regeneratieve therapie**
15	Is er een aannemelijk mechanisme geschetst waarmee een goede wisselwerking tussen kennisontwikkeling en maatschappelijke toepassing geborgd?	De ontwikkeling in de faciliteiten moet uiteindelijk leiden tot baanbrekende medische toepassingen.
16	Draagt het project bij aan vernieuwing en duurzame versterking van toekomstige bedrijvigheid?	Ja zie vraag 6
17	Is de begroting van voldoende kwaliteit, voldoende onderbouwd en is de planning haalbaar?	Zie onderdeel begroting

4. Bijzonderheden / algemene opmerkingen

Gezien de baanbrekende behandelingen, die nu al mogelijk zijn met ATMP's (nu: CAR-T cellen bij leukemie) en de verwachte groei van de markt, de noodzaak voor dergelijke faciliteiten bij het bedrijfsleven en de ziekenhuizen, de actieve rol van de Nederlandse onderzoekswereld (ook in Europese context), is het aannemelijk dat er gebruik zal worden gemaakt van de faciliteiten die zullen worden gerealiseerd met de bijdrage vanuit het NGF. De onzekerheid over de exploitatie in de plannen, alsook de zwakke verankering van het nationale karakter belemmeren een positief oordeel op de propositie in haar huidige vorm.

Het plan schiet tekort in de uitwerking en onderbouwing. De volgende informatie is nodig om de haalbaarheid van de (operationele)aanvraag te kunnen beoordelen:

- Afspraken ten aanzien van nationale samenwerking en uitwisseling tussen de partners van het RegMedXB cluster vastleggen en daarbij ook samenwerking met partijen buiten het cluster opzoeken. Voor de coördinatie en onderlinge samenwerking moeten aanvullende KPI's worden gedefinieerd en targets vastgesteld.
- Een uitgewerkt projectplan per pilotlijn met milestones en go/no-go momenten.
- Een uitwerkte en onderbouwde businesscase per pilotlijn, voorzien van exploitatie en liquiditeit prognoses waaruit ook kan worden opgemaakt wat de benodigde bezettingsgraad en tarieven zijn.

Verder dient te worden uitgezocht:

- Of de financiering van de commerciële activiteiten binnen de exploitatie van de faciliteiten deel mogen uitmaken van deze aanvraag in het kader van Staatssteun, maar ook of dit in zijn algemeenheid wel gewenst is.
- Of het geheel voldoet aan staatssteunregels.
- Het stimulerend effect van de investering vanuit het NGF. Door de voorziene realisatie van de faciliteiten binnen 1-2 jaar ontstaat de indruk dat de plannen al vrij ver zijn uitgewerkt en mogelijk ook zonder bijdrage van het NGF (tenminste deels) zullen worden uitgevoerd. De toegevoegde waarde, cq. de impact van de NGF bijdrage, zou in het voorstel verhelderd moeten worden, zowel op het niveau van de individuele lijnen als op het nationale karakter van de propositie.

Noot 1: toelichting op Catapult (VK):
The Cell and Gene Therapy Catapult is a centre of excellence in innovation, with the core purpose of building a world-leading cell and gene therapy sector in the UK as a key part of a global industry. Supported by Innovate UK, our mission is to drive the growth of the industry by helping cell and gene therapy organisations across the world translate early stage research into commercially viable and investable therapies. We are based on the 12th floor of Guy's Hospital in central London, with over 200 cell and gene therapy experts, state-of-the art development and viral vector laboratories. We have also built a £70m large-scale GMP manufacturing centre to help bring cell and gene therapies to market in the UK and internationally.
Stem Cells Dev, 2013 Dec;22 "The Cell Therapy Catapult: growing a U.K. cell therapy industry generating health and wealth"
In a recent report on the regenerative medicine sector, the U.K. House of Lords made several recommendations to enable the United Kingdom to become a global leader in this important industry. Its recommendations in this regard were many and various, covering the regulatory system, clinical trials, manufacturing, funding, approval, and reimbursement. In its mission to tackle what it sees as three main types of barriers to the development of the cell therapy industry in the United Kingdom, the Cell Therapy Catapult is tackling many of these issues. Established as a center of excellence in the United Kingdom in 2012, the Cell Therapy Catapult is a research organization expected to grow to a

team of around 100 experts. Its core financing of £ 70 million over the next 5 years is provided by the Technology Strategy Board, the United Kingdom's innovation agency, and with additional contract research income and access to collaborative funds, the Catapult expects to build up to annual revenues of around £ 30 million. Along with its sister Catapult programs in other areas of the economy, the Cell Therapy Catapult was established after identification of the massive early-stage expertise the country has, as well as an acute market failure-the lack of expertise to translate early-stage cell therapy research into commercial success. In this article, in addition to showing our progress so far, we will discuss the hurdles the industry faces-grouped into business, manufacturing/supply chain issues, and clinical/regulatory issues-and what we are doing to help the United Kingdom leap over them.

Noot 2: KPMG (2019) Unlocking the life sciences potential
Dutch life sciences is a ‘high-density’ sector, with a lot of activity within a 100-kilometer radius. However, despite these favorable geographic conditions, the industry is dispersed and fragmented compared to other countries and regions. Life sciences hubs such as Leiden, Utrecht and Oss often seem to compete with each other, rather than work together on collective positioning and marketing on a global scale.

seo • economisch onderzoek

Notitie Beoordeling onderbouwing bbp-effecten R&D&I voorstellen

datum	19 maart 2021
aan	R&D&I Groeifonds
van	SEO Economisch Onderzoek
Auteurs	Christiaan Behrens & Erik Brouwer
Rapportnummer	2021-20

"Informatie & disclaimer"
SEO Economisch Onderzoek heeft op de verkregen informatie en data geen onderzoek uitgevoerd dat het karakter draagt van een accountantscontrole of due diligence. SEO is niet verantwoordelijk voor fouten of omissies in de verkregen informatie en data.

Copyright © 2021 SEO Amsterdam. Alle rechten voorbehouden. Het is geoorloofd gegevens uit deze notitie te gebruiken in artikelen, onderzoeken en collegesyllabi, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld. Gegevens uit deze notitie mogen niet voor commerciële doeleinden gebruikt worden zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s). Toestemming kan worden verkregen via secretariaat@seo.nl.

Inleiding

Nationaal Groeifonds

In de komende vijf jaar stelt het kabinet € 20 miljard beschikbaar voor investeringen die beogen bij te dragen aan het toekomstige en structurele verdienvermogen van Nederland. Het Nationaal Groeifonds kent drie typen gebieden waarop voorstellen betrekking hebben: kennisontwikkeling, onderzoek en ontwikkeling en innovatie, en infrastructuur. Elk project dient een minimale investeringsomvang van € 30 miljoen te vertegenwoordigen.

Doel en kader beoordeling SEO

In het instellingsbesluit van de ministers van Financiën en van Economische Zaken en Klimaat is de rol van een Adviescommissie vastgelegd. Deze Adviescommissie heeft SEO Economisch Onderzoek verzocht de commissie te ondersteunen bij de beoordeling van de projectvoorstellen in het investeringsgebied 'onderzoek en ontwikkeling en innovatie'. SEO richt zich op verzoek van de commissie exclusief op het effect van het voorstel op het (duurzaam) verdienvermogen, het zogenoemde bbp-effect. SEO vormt een eigen oordeel op dit criterium, maar beslist niet mee over de selectie van de investeringsvoorstellen. SEO bepaalt haar oordeel onafhankelijk van de commissie en andere organisaties die de commissie in deze procedure bijstaan – waaronder TNO en het CPB. SEO rapporteert haar oordeel in deze onderhavige notitie.

Aanpak

Stappen

SEO hanteert de volgende stapsgewijze aanpak:

1. Bestudering projectvoorstellen, toehoorder bij gesprekken tussen het CPB en indieners, wekelijks overleg met de stafdirectie van de Adviescommissie en wekelijks overleg met het CPB. Het overleg met het CPB is erop gericht om onnodige doublures te voorkomen en (kennis)inzichten te delen. Daarnaast heeft SEO – via de Adviescommissie – enkele aanvullende vragen gesteld aan de indieners van de verschillende projectvoorstellen en de antwoorden op deze vragen in de beoordeling verwerkt;
2. Opstellen beschrijvende (meta-)data van de vijf voorstellen, met daarin aandacht voor de volgende dimensies:
   a. indieners plus korte beschrijving voorstel;
   b. totale investering en beoogd aandeel Nationaal Groeifonds;
   c. totale gerapporteerde effect op het structureel verdienvermogen;
   d. verband tussen investeringen en gerapporteerd effect; en
   e. omschrijving belangrijkste mechanisme achter gerapporteerd effect;
3. Check op plausibiliteit van gerapporteerd bbp-effect via:
   a. omzetten gerapporteerde effecten in toegevoegde waarde;
   b. geschatte toegevoegde waarde definiëren als het verschil tussen het gerapporteerde effect en een inschatting van de ontwikkeling van bbp in een alternatief (basis)scenario zonder de beoogde investering; en
   c. kwalitatieve inschatting van kansrijkheid van investering:
      - mate waarin de beoogde innovatie/technologie/kennis al is ontwikkeld of zich kan ontwikkelen op de korte en middellange termijn en de padafhankelijkheid hierin;
      - mate waarin bbp-effect afhankelijk is van specifieke condities (bijvoorbeeld succes op specifieke toepassing in één onderzoeksveld) of meer generiek is; en
      - mate waarin bbp-effect betwistbaar is door substitutie/concurrentie van andere geografische en/of productmarkten, zowel voor output- als inputmarkten, met andere woorden, waarom dient de investering in Nederland plaats te vinden en hoe groot is de kans op weglekeffecten naar het buitenland?

Disclaimer

SEO baseert haar beoordeling op basis van de in de projectvoorstellen beschikbare informatie, eventueel aangevuld met achtergronddocumentatie inzake de gerapporteerde bbp-effecten. Daarnaast onderbouwt SEO haar beoordeling op basis van gangbare economische inzichten en desk research. De gebruikte bronnen zijn opgenomen in de literatuurlijst. SEO zal gegeven de verstrekte informatie door de indieners en externe bronnen een inschatting maken van het bbp-effect van elk investeringsvoorstel.[1] We hanteren daarbij waar relevant een interval. We zijn ons bewust dat een

[1] Dit houdt in dat we als startpunt de informatie nemen zoals gepresenteerd door de (adviseurs van de) indieners van het voorstel. Een gevolg hiervan is dat eventuele overschattingen van de toekomstige impact – bijvoorbeeld door een te optimistische inschatting van de positie van Nederland op de wereldmarkt voor bepaalde goederen en/of diensten – van de uitgangspunten van het voorstel ook doorwerken in de inschatting van SEO. Daar waar relevant geven we aan waar we de door de indieners van de voorstellen gehanteerde uitgangspunten niet realistisch vinden.

bbp-inschatting van dit type projecten lastig is, gegeven de onzekerheden en de externe factoren die een rol spelen bij het succes of falen van zulke projecten. De inschatting is vooral bedoeld om de voorstellen onderling te vergelijken. De cijfers in deze berekeningen zijn benaderingen en geven de orde van grootte van het bbp-effect weer.

Leeswijzer

Deze notitie start met een uitleg op welke manier de bbp-impact op basis van de gegevens uit de projectvoorstellen wordt beoordeeld en geschat door SEO. Deze uitleg omvat ook enkele korte opmerkingen over het gebruik van multipliers bij het inschatten van structurele bbp-effecten. Daarna volgt een korte omschrijving van de vijf voorstellen waarin we samenvatten wat het doel van de voorstellen is en op welke manier een structurele impact op het verdienvermogen tot stand zou moeten komen. Vervolgens volgen een meer kwantitatieve analyse en beoordeling van de gerapporteerde bbp-effecten per voorstel, inclusief een onderbouwing van het door SEO op basis van de data uit het voorstel ingeschatte bbp-effect (Stap 2). Tot slot beschrijven en beoordelen we per voorstel de belangrijkste mechanismen waardoor een positief effect op het verdienvermogen bereikt kan worden en welke (economische) risico's hier een rol bij spelen (Stap 3).

Samenvattend beeld

Voor alle voorstellen geldt dat het gerapporteerde bbp-effect hoogstwaarschijnlijk een overschatting betreft. De meest voorkomende redenen zijn het rapporteren van omzet in plaats van toegevoegde waarde en het volledig toeschrijven van alle in de toekomst te bereiken effecten aan het specifieke investeringsvoorstel, waarmee de effecten van andere geplande of reeds bestaande investeringen op deze terreinen onterecht niet in ogenschouw worden genomen.

Met als startpunt de informatie uit de voorstellen heeft SEO bij benadering gecorrigeerd voor het verschil tussen omzet en toegevoegde waarde, bestaande of noodzakelijke investeringsstromen en meer specifieke dubbeltellingen of niet-realistische opgevoerde onderdelen van het bbp-effect. Het door SEO ingeschatte jaarlijkse bbp-effect van de voorstellen varieert tussen de 0,02 en 0,45 procent van het bbp in 2040. Het door SEO ingeschatte jaarlijkse bbp-effect ligt voor:

- AiNed tussen de 0,08 en 0,11 procent;
- Foodswitch tussen de 0,40 en 0,45 procent;
- Groenvermogen tussen de 0,17 en 0,30 procent;
- Life Sciences & Health tussen de 0,05 en 0,06 procent; en
- QuantumDelta tussen de 0,02 en 0,04 procent.

De inschatting door SEO laat vooral zien dat de in de voorstellen gerapporteerde effecten een overschatting betreffen. Voor de meeste voorstellen geldt dat de inschatting van SEO hoogstwaarschijnlijk nog aan de hoge kant is. Een vergelijking met wat op basis van de hoogte van de investering aan cumulatief rendement te verwachten valt – gelet op uit de literatuur bekende R&D-elasticiteiten – laat zien dat de inschatting van het bbp-effect van QuantumDelta het meest realistisch is. De kwalitatieve analyse van de verschillende mechanismen en risico's laat zien dat een positieve bijdrage van de voorstellen aan het verdienvermogen van Nederland door bijvoorbeeld het verhogen van de arbeidsproductiviteit wel in de lijn der verwachtingen ligt.

Opbouw effect op verdienvermogen

De vijf voorstellen kennen onderling, maar ook intern, een aanmerkelijke variatie in de wijze waarop de impact van de investering op het duurzaam verdienvermogen van Nederland wordt ingeschat en/of gekwantificeerd. De impact op het verdienvermogen wordt onder andere ingeschat middels de potentiële ontwikkelingen in marktomvang of de te genereren omzet, werkgelegenheid, besparingen en impact op het bruto binnenlands product. Deze laatste methode lijkt het meest geschikt als beoordelingskader aangezien het bbp-effect onderdeel uitmaakt van de uitvraag en het bbp-effect in potentie het meest complete kengetal is waarbinnen de andere genoemde methoden/grootheden ook een element vormen.

Opbouw bbp-effecten

Om de bbp-effecten te distilleren uit de (onderdelen van de) voorstellen en de verschillende gepresenteerde kengetallen hanteren we de volgende uitgangspunten:

1. De focus ligt op de lange-termijn (structurele) impact op het bbp, gelet op de voorstellen vergelijken we deze impact op jaarbasis waarbij we zowel kijken naar het door de indieners gebruikte ijkmoment (2030, 2040 of 2050) als alle voorstellen ook vergelijken op hun impact in 2040.[2] Dit laatste doen we om de voorstellen onderling makkelijker te vergelijken en werken we verder uit door elk van de effecten uit te drukken als de verhouding tussen de reële jaarlijkse bbp-toename en het reële bbp in 2040;[3]
2. Het bbp bepalen we via de opbouw van het bbp vanuit de productie. Dit is gelijk aan de som van de toegevoegde waarde van alle activiteiten. De bruto toegevoegde waarde is gelijk aan de waarde van alle geproduceerde producten en diensten (productiewaarde of output) minus de waarde van het intermediair verbruik. Het intermediair verbruik zijn goederen en diensten die als input in het productieproces worden verbruikt. Investeringen (vaste activa) en personeel in dienst behoren niet tot het intermediair verbruik indien deze duurzaam (langer dan één jaar) ingezet kunnen worden. De inhuur van personeel behoort wel tot het intermediair verbruik;
3. (Onderdelen van) voorstellen waarbij omzet als output wordt benoemd – zonder verdere toelichting van intermediair verbruik – moeten worden omgezet naar toegevoegde waarde. Hiervoor maken we gebruik van de verhouding tussen omzet en intermediair verbruik voor de betreffende sectoren in 2019 zoals deze volgen uit de nationale rekeningen;[4]

---

2 Een andere benadering is om het cumulatieve effect op het bbp over de gehele tijdshorizon van de voorstellen in te schatten. Deze benadering kent als groot nadeel dat het vaststellen van een tijdshorizon moeilijk te objectiveren is. Daarnaast is een cumulatieve benadering niet noodzakelijk om de voorstellen onderling te vergelijken op de structurele impact op het verdienvermogen. Eventuele verschillen in cumulatieve impact zullen in de meest voorkomende gevallen worden veroorzaakt door incidentele (eenmalige/korte-termijn) effecten. In de beoordeling van de bbp-effecten is het wel mogelijk om kwalitatief aan te geven of de effecten op korte of lange termijn worden verwacht en of dit leidt tot een andere (risico)waardering van het investeringsvoorstel.

3 Voor de inschatting van het toekomstig bbp in 2040 gebruiken we de volgende informatie en aannames. Het bbp in 2020 is ongeveer gelijk aan € 725 miljard (prijsniveau 2015), zie CBS *Bbp, productie en bestedingen; kwartalen, waarden, nationale rekeningen*. We gaan uit van een jaarlijkse reële groei van het bbp met 2,5 procent. Dit betekent dat het reëel bbp in 2040 zo'n € 1.190 miljard (prijsniveau 2015) bedraagt. De voorstellen specificeren niet in welk prijspeil (jaar) de impact wordt gerapporteerd, we nemen aan dat de impact in reële termen is gerapporteerd, dus gecorrigeerd voor inflatie.

4 Zie CBS *Productie- en inkomenscomponenten bbp; bedrijfstak; nationale rekeningen* (https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/84088ned/table?dl=DB69).

4. Sommige voorstellen benoemen extra R&D-investeringen als output, deze investeringen leiden vervolgens tot een bepaald rendement en daarmee tot een bbp-impact. We hanteren hiervoor een inschatting van Hall et al. (2010) dat een 20-30 procent return on investment haalbaar is;
5. Op basis van deze 'bijgewerkte' impact in bbp-termen zijn er verschillende kanttekeningen te maken die een mogelijke impact hebben op de kwantificering van de bbp-impact:
   a. In welke mate is het genoemde bbp-effect toe te schrijven aan het ingediende voorstel? De gerapporteerde bbp-effecten in de voorstellen gaan er *a priori* vanuit dat dit de volledige honderd procent betreft. Afhankelijk van de wijze van de opbouw van het bbp-effect in het betreffende (onderdeel van het) voorstel is dit meer of minder aannemelijk. Ter illustratie geven we per (onderdeel van het) voorstel aan in welke mate het bbp-effect kan worden toegeschreven op basis van de verhouding tussen (beoogde) financieringsstromen (investeringen) en het voorstel;
   b. In welke mate bestaat het genoemde bbp-effect uit verdienvermogen dat in een scenario zonder de beoogde investeringen uit het betreffende voorstel niet zou zijn behaald. Verschillende voorstellen lijken impliciet te veronderstellen dat de inputfactoren in een scenario zonder de beoogde investering volledig ongebruikt zouden zijn. Het is waarschijnlijker dat de inputfactoren (kapitaal en arbeid) ergens anders in de economie ingezet worden. Met andere woorden, het bbp-effect moet gaan over de toename in efficiency/productiviteit van de ingezette productiefactoren in het voorstel.
   c. De ingediende voorstellen houden bij het vaststellen van het bbp-effect enkel rekening met een zowel technisch als economisch succesvol verloop van de innovatie.[5] Er wordt niet verdisconteerd voor het risicoprofiel van de investering. Elk van de projectvoorstellen kenmerkt zich door een hoog tot extreem hoog risicoprofiel. Voor een vergelijking van het gerapporteerde bbp-effect tussen de voorstellen onderling is dit daarom geen onderscheidend criterium. Het kwantitatief beoordelen en inschatten van dit risico en een eventuele impact op – verdiscontering van – het bbp-effect ligt buiten de reikwijdte van de SEO-beoordeling. Wij zullen wel het risicoprofiel per onderzoeksvoorstel beschrijvend weergeven en kwalificeren waarbij de investeringsvoorstellen en rapportages van TNO de input vormen. Dit profiel risicoprofiel raakt ook aan de vraag over de timing van de investering – waarom nu? – en de optiewaarde hiervan.

Analyse op basis van multipliers

Verschillende voorstellen hanteren impliciet en/of expliciet multipliers in de range van 7 tot ruim boven de 100. Er is in beperkte mate literatuur over multipliers van overheidsinvesteringen. De variantie van de in de literatuur gerapporteerde impact van gerealiseerde overheidsinvesteringen is groot. Vele investeringen zijn niet succesvol en slechts een beperkt aantal is zeer succesvol. Ook spelen toeval en pech een grote rol bij succes. De economische impact van overheids-R&D-investeringen zijn door Deledi et al. (2019) ingeschat aan de hand van Amerikaanse data van 1947 tot

[5] Meerdere voorstellen hanteren wel een gefaseerde aanpak met daarin verschillende go/no-go-beslissingsmomenten.

en met 2017. De hoogte van de berekende multiplier is 7.8 voor investeringen waarbij de opbrengsten met name vallen binnen één sector of een beperkt aantal bedrijven. De berekende multiplier is 8,8 voor investeringen waarbij de baten vallen bij meerdere sectoren.

Van Elk et al. (2015) hebben in een studie de economische opbrengsten van publieke R&D-investeringen op de toegevoegde waarde en het bbp geschat.[6] Van Elk et al. (2015) hebben meerdere modelspecificaties geschat waarbij de effecten van publieke R&D-investeringen op toegevoegde waarde en bbp variëren van negatief significant, insignificant tot positief significant. Met andere woorden de opbrengsten van publieke R&D-investeringen op het bbp zijn volgens deze studie beperkt en onzeker.

Het gebruik van een 'gemiddelde' multiplier kent beperkingen. De multiplier wordt berekend op basis van vele overheidsinvesteringen. En als de variantie van de berekende multiplier groot is, dan is de waarde van een multiplier beperkter dan als de variantie kleiner is.[7] Ook als de spreiding van de gehanteerde multipliers niet groot is dan is een inschatting of de investering überhaupt wel of niet succesvol is van belang. Uiteraard dient er een discontovoet gehanteerd te worden om toekomstige opbrengsten reëel te maken.

Omschrijving vijf voorstellen

AiNed

AiNed dient een voorstel in voor een investeringsprogramma om het Nederlandse ecosysteem in staat te stellen het potentieel van *Artificial Intelligence* (AI) te benutten. De focus ligt hierbij op het succesvol toepassen van deze technologie in de Nederlandse economie door startups, bestaande bedrijven en de beroepsbevolking in het algemeen.

Foodswitch

Foodswitch stelt een investeringsprogramma op met daarin investeringen in de ontwikkeling van technologie en (eco)systemen op negen verschillende kruispunten van sleuteltechnologieën (onder andere *smart systems*) en lange-termijn duurzame (groei)doelstellingen (onder andere circulaire voedselketens). Het doel is om Nederlandse (voedsel)producten een koppositie te laten verkrijgen en/of te behouden waardoor zij in staat zijn de innovaties te vermarkten op mondiale markten en zo een impact te hebben op het verdienvermogen van de Nederlandse economie.

6 De bbp-effecten van publieke R&D-investeringen in 22 OECD landen worden door middel van econometrie geschat op data van 1963 tot en met 2011.

7 Ter illustratie, stel er zijn 10 gerealiseerde projecten waarvan vier totaal mislukt zijn, twee hebben amper effect gehad, drie hebben een positief effect en één is een unicorn met een extreem groot effect. Stel dat de multipliers van deze tien projecten gelijk zijn aan [0, 0, 0, 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10.000]. Dan is de gemiddelde multiplier 1.000. Echter de modus is 0 en de mediaan is 1,5.

Groenvermogen

Groenvermogen zet met een programmatische aanpak in op een substantiële opschaling van groene waterstof in de Nederlandse energie- en grondstoffenhuishouding. Directe investeringen in deze schaalvergroting, investeringen in onderzoek en innovatie en in de beroepsbevolking om de nieuwe technologieën daadwerkelijk te kunnen toepassen hebben als doelstelling om klimaatneutrale waterstof concurrerend te maken met andere energiebronnen. Zo'n succesvolle transitie zou vervolgens resulteren in nieuwe duurzame verdienmodellen in het Nederlandse ecosysteem.

Kickstartvoorstel Life Sciences & Health ecosysteem

Het Kickstartvoorstel Life Sciences & Health ecosysteem voorziet in een investeringsprogramma voor de bouw van een geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur (Health-RI) en een pilotfabriek voor regeneratieve geneeskunde (RegMed XB). Deze investeringen moeten het Nederlandse bedrijfsleven in de Life Sciences & Health-sector in staat stellen om innovatieve producten, processen en dienstverlening te ontwikkelen en te leveren aan een sterk groeiende buitenlandse markt.

Quantumdelta Nederland

Quantumdelta Nederland stelt een investeringsprogramma op rondom de ontwikkeling van quantumtechnologie in Nederland. Het investeringsprogramma wil middels investeringen in harde infrastructuur, kennis(netwerken) en adoptie in ondernemerschap een nieuwe digitale hightechindustrie opbouwen. Binnen de quantumdelta ligt een focus op de vertaling van kennis naar ondernemerschap. Dit zorgt voor de impact op het duurzame verdienvermogen van de economie.

Meta-overzicht projecten en het bbp-impact

Tabel 1 geeft een overzicht van de vijf projecten, met daarin de totale omvang van de investering, de gevraagde bijdrage uit het Groeifonds en de investeringsperiode. De rest van de tabel betreft het bbp-effect. De tabel geeft aan hoe en welk bbp-effect wordt gerapporteerd in de voorstellen. Na de weergave van het bbp-effect, volgen in de tabel twee kwalitatieve beoordelingen van het gerapporteerde effect. Ten eerste, geven we aan in hoeverre er sprake is van een (duidelijk) aanwijsbare relatie tussen de investeringen in het voorstel en het gerapporteerde bbp-effect. Voor elk van de voorstellen geldt dat het gerapporteerde bbp-effect met name gebaseerd is op potentiële marktontwikkelingen waar de investering gedeeltelijk aan bijdraagt. Elk van de gerapporteerde effecten veronderstelt echter dat de gehele potentiële marktontwikkeling kan worden toegeschreven aan het voorstel. Dit is geen realistische veronderstelling. Ten tweede, geven we aan of sprake is van een overschatting. Voor alle voorstellen geldt dat het gerapporteerde effect hoogstwaarschijnlijk een overschatting betreft. De meest voorkomende redenen zijn het rapporteren van omzet in plaats van toegevoegde waarde en het volledig toeschrijven van alle effecten aan dit voorstel, daarmee worden de effecten van andere geplande of reeds bestaande investeringen op deze terreinen en weglekeffecten onderschat. De impliciete multipliers – ook getoond in de tabel – laten deze overschatting duidelijk zien. Het door de indieners gerapporteerde effect per jaar ligt vaak al boven wat op basis van de literatuur verwacht kan worden over de hele looptijd van de investering.

Tabel 1 De voorstellen kennen een spreiding in geschat jaarlijks bbp-effect lopend van zo'n 0,02 procent bbp tot aan 0,45 procent

	AiNed	Foodswitch	Groenvermogen	Life Sciences & Health	QDNL
Totale investering	€2.100 mln.	Fase 1: €461 mln. Fase 2: €539 mln. Totaal: €1.000 mln.	€1.988 mln.	Health-RI: €110 mln. RegMed XB: €216 mln. Totaal: €326 mln.	€ 3.600 mln.
Gevraagde bijdrage Groeifonds	€1.050 mln.	Fase 1: €276 mln. Fase 2: €224 mln. Totaal: €500 mln.	€738 mln.	Health-RI: €69 mln. RegMed XB: €56 mln. Totaal: € 125 mln.	Infrastructuur: €430 mln. Overig: €185 mln. Totaal: 615 mln.
Investeringsperiode	2021 – 2027	Fase 1: 2021 – 2025 Fase 2: 2023 – 2030	Opschaling: 2021 – 2025 Ecosysteem: 2021 – 2028	Health-RI: 2021-2028 RegMed XB: 2021-2027	2021 – 2027
Bbp effect ingeschat door partijen (per jaar)	€14,5 mld. oftewel 1,6 procent additioneel bbp in 2030 Achtergrondmateriaal: 1,2 procent additioneel bbp in 2030	€28,6 mld. oftewel 3,2 procent bbp per jaar in 2030	€16,9 mld. toegevoegde waarde via behoud sectoren in 2050 €14-€26 mld. additionele omzet in 2050	Totale bijdrage aan Nederlandse economie van meer dan €2 mld. vanaf 2040	€2-€3 mld. omzet in 2040, McKinsey rapport noemt €1,5-€3 mld. Cumulatief bbp-effect van €5-€7 mld.
Impliciete multiplier (per jaar)	6,9	28,6	15,5-21,6	6,1	1,4-1,9
Relatie investering en gerapporteerde bbp effect	Het bbp-effect is het potentiele effect als adoptie op grote schaal in Nederland succesvol is, er is geen directe relatie tussen GF-voorstel en het bbp-effect (zie ook pagina 55 voorstel).	Het bbp-effect is gebaseerd op het marktpotentieel van de ontwikkelde techniek.	Het bbp-effect is het potentiele effect als klimaatneutrale waterstof economie wordt gerealiseerd, dit kan niet enkel worden toegeschreven aan dit voorstel	De twee grootste bronnen van impact (besparing zorgkosten en RG-maakindustrie) kunnen niet enkel worden toegeschreven aan dit voorstel	Het bbp-effect is het potentiele effect van de totstandkoming van een quantum markt, dit kan niet enkel worden toegeschreven aan dit voorstel, de analyse is gebaseerd op algemene kengetallen en aannames die niet onderbouwd zijn.
Overschatting (ja/nee)	Ja, hele bbp-effect voor succesvolle AI adoptie wordt toegerekend aan het voorstel	Ja, rapportage van omzet i.p.v. toegevoegde waarde en ontwikkeling wereldhandel wordt toegeschreven aan voorstel	Ja, rapportage van omzet i.p.v. toegevoegde waarde en aanname dat alle toegevoegde waarde van productiefactoren in sectoren verdwijnt	Ja, rapportage van omzet i.p.v. toegevoegde waarde, sommatie van omzet, besparingen en R&D uitgaven, en inschatting grootste posten zeer grof	Ja, rapportage van omzet i.p.v. toegevoegde waarde, afhankelijk van zeer hoog ingeschat marktaandeel van Nederland en hoog percentage toegevoegde waarde
Bbp effect inschatting (per jaar) na bijstelling	€1,0 – €1,3 mld. oftewel 0,12 – 0,15 procent van het bbp in 2030	€4,6 – €5,4 mld. oftewel 0,5 – 0,6 procent van het bbp in 2030	€2 – €3,5 mld. oftewel 0,15 – 0,25 procent van het bbp in 2050	€0,65 - €0,71 mld. oftewel 0,05 – 0,06 procent van het bbp in 2040	€0,23 - €0,46 mld. oftewel 0,02 – 0,04 procent van het bbp in 2040
Bbp effect inschatting (per jaar) in 2040 na bijstelling	0,08 – 0,11 procent van het bbp in 2040	0,40 – 0,45 procent van het bbp in 2040	0,17 – 0,30 procent van het bbp in 2040	0,05 – 0,06 procent van het bbp in 2040	0,02 – 0,04 procent van het bbp in 2040

Tot slot, laat de tabel de inschatting van SEO van het bbp-impact zien, zowel in het ijkmoment gekozen door de indieners van de voorstellen (2030, 2040, of 2050) als in de reële waardeverhouding bijdrage bbp en bbp in 2040. Er is hierbij niet gecorrigeerd voor de contante waarde van de impact. Daarnaast bespreken we hieronder elk van de voorstellen apart. Voor elk van deze beoordelingen van de bbp-impact geldt de disclaimer dat een hoge mate van onzekerheid inherent is aan deze beoordeling. Statements zoals 'het gerapporteerde bbp-effect van het voorstel is een onderschatting/neutraal/overschatting' of 'het geschatte bbp-effect is factor *x* lager/hoger' dienen te worden gelezen rekening houdend met deze onzekerheid. Het betreft een inschatting van SEO in het licht van het ingediende investeringsvoorstel en houdt geen rekening met eventuele aanwijsbare relaties tussen investeringen en effecten enerzijds en verdringingseffecten anderzijds, zoals benoemd in uitgangspunt 5 van 'Opbouw bbp-effecten' hierboven. Daarmee resulteert de inschatting van SEO hoogstwaarschijnlijk voor elk van de voorstellen ook in een overschatting. De beoordeling gaat uit van het integraal uitvoeren van het voorstel. Waar mogelijk en relevant hebben we een uitsplitsing gemaakt van het bbp-effect naar onderdelen of fases binnen een voorstel.[8]

AiNed

Het gerapporteerde bbp-effect van 1,6 procent is een overschatting. De overschatting wordt vooral veroorzaakt door het niet-onderbouwd volledig toeschrijven van 'succesvolle AI adoptie op grote schaal in Nederland' aan het investeringsvoorstel.[9] Een meer realistische (grove) inschatting is te baseren op de verhouding tussen noodzakelijke investeringen in AI en de investering uit dit voorstel.[10] Toepassing van deze aanname leidt tot een ingeschat bbp-effect van zo'n 0,12 tot 0,15 procent in 2030.[11] Dit is gelijk aan een bbp-effect van zo'n 0,08 tot 0,11 procent van het reëel bbp in 2040.[12]

8 Hierbij merken we op dat het opknippen van investeringsvoorstellen zonder op (thematische) onderdelen financiering te borgen voor alle investeringsfasen mogelijk leidt tot een daling in de valorisatie en daarmee impact op het verdienvermogen die niet recht evenredig is met de daling in de investering.

9 De genoemde percentages van respectievelijk 1,6 en 1,2 zijn een netto bbp bijdrage waarbij alle noodzakelijke investeringen in AI in mindering op het bbp-effect zijn gebracht. Deze jaarlijkse, terugkerende investeringen van 0,5 procent horen afhankelijk van de precieze invulling bij het bbp. De bijstelling van het bbp effect houdt hier rekening mee en telt deze 0,5 procent mee als een effect op het bbp. Hiermee komen de percentages respectievelijk uit op maximaal 2,1 en 1,7. De uitsplitsing van het bbp-effect in het voorstel omvat ook categorieën die niet direct tot een bbp-effect behoren. Het gaat hierbij dan om het effect op welzijn en negatieve externaliteiten. Het is onduidelijk in hoeverre de inschatting van het bbp-effect hierdoor zou veranderen. Dit is afhankelijk van het onderliggende simulatiemodel van McKinsey. Het voorstel biedt onvoldoende details om dit te kunnen beoordelen.

10 Het voorstel geeft aan dat er jaarlijks een investering van (minimaal) 0,5 procent bbp noodzakelijk is om het uiteindelijke effect van 1,6 procent te bereiken (pagina 53). Uitgaande van een bbp van ongeveer € 900 miljard zou er jaarlijks ongeveer € 4,5 miljard geïnvesteerd moeten worden in AI. De totale investering in dit programma bedraagt € 2,1 miljard, over de investeringsperiode 2021 – 2027 moet er dus nog additioneel zo'n € 30 miljard aan investeringen plaatsvinden.

11 Uitgaande van de verhouding tussen de investering in dit programma (€2,1 miljard) en de totale geïmpliceerde investeringsbehoefte van zo'n € 30 miljard (pagina 53), zou de aan dit voorstel toe te schrijven bijdrage van dit voorstel zo'n 7 procent van de (1,6+0,5=2,1) of (1,2+0,5=1,7) procent stijging in bbp zijn. Met andere woorden, dit zou gelijk zijn aan zo'n 0,12 à 0,15 procent van het bbp, oftewel zo'n € 1,0 tot € 1,3 miljard.

12 De berekening gaat uit van een reëel bbp in 2040 van € 1.190 miljard (prijsniveau 2015), zie voetnoot 3.

Foodswitch

Het gerapporteerde bbp-effect van € 28,6 miljard in 2030 is een overschatting. De overschatting wordt veroorzaakt door het verdienvermogen te benaderen met de omzet en het niet corrigeren voor exogene groei van de wereldmarkt.[13] In de beantwoording van additionele vragen bieden de indieners extra informatie om tot een meer realistische inschatting te komen, onder de veronderstelling dat zowel fase 1 als fase 2 doorgang vinden.[14] De indieners geven aan dat in een scenario zonder Foodswitch het verdienvermogen in 2030 € 15 à € 17 miljard zal zijn. Dit impliceert dat het additionele effect van Foodswitch, gemeten in omzet tussen de € 11,6 miljard (= € 28,6 -/- € 17) en € 13,6 miljard (€ 28,6 -/- € 15) bedraagt.[15] Vervolgens corrigeren we voor de gemiddelde toegevoegde waarde van de omzet. De indieners geven hier via de beantwoording op de gestelde vragen een bandbreedte tussen 20 en 54 procent op.[16] Uit de nationale rekeningen volgt dat de verhouding tussen omzet en bruto toegevoegde waarde voor de SBI-sector Landbouw zo'n 40 procent is. Onze inschatting van de maximale impact van het voorstel komt daarmee neer op tussen de € 4,6 en € 5,4 miljard oftewel tussen de 0,5 en 0,6 procent van het bbp in 2030. Dit is gelijk aan een bbp-effect van tussen de zo'n 0,4 en 0,45 procent van het reëel bbp in 2040.

Groenvermogen

Het voorstel rapporteert een impact van € 14-26[17] miljard aan omzet plus € 16,9 miljard aan toegevoegde waarde per jaar in het jaar 2050. Voor beide onderdelen is sprake van een grote overschatting. De overschatting wordt veroorzaakt door het niet-onderbouwd volledig toeschrijven van 'succesvolle groenvermogen van de Nederlandse economie' aan het investeringsvoorstel en de niet-realistische aanname dat de totale toegevoegde waarde in sectoren die afhankelijk zijn van fossiele

13 Uit het voorstel is de interpretatie van verdienvermogen als omzet onduidelijk, maar in de beantwoording van additionele vragen bevestigen de indieners dat het genoemde effect de omzet betreft.

14 In het voorstel wordt vanaf pagina 50 een toelichting gegeven op de investeringen en impact op het bbp van de acht roadmaps voor enkel Fase 1. De gerapporteerde impact per roadmap per fase in de tabel op pagina 52 zijn niet terug te voeren op het onderliggende rapport van Berger. Uit de tabel blijkt dat in fase 1 € 18,05 van de € 28,6 miljard – zo'n 63 procent – zou worden gerealiseerd voor zo'n 55 procent van de totale bijdrage uit het Groeifonds. Het is onduidelijk waar deze verdeling op is gebaseerd en waarom de investeringen in latere jaren een lagere impact op het bbp zouden hebben. Van investeringen in latere jaren – binnen dezelfde roadmaps – is de verwachting juist dat deze dichter bij de markt liggen en daarom eerder een grotere impact op het verdienvermogen opleveren.

15 Een eigen inschatting van SEO komt op een kwalitatief vergelijkbare impact uit in het scenario zonder Foodswitch. Deze inschatting is als volgt. Jukema et al. (2020) en Dolman et al. (2019) laten in de jaarlijkse landbouwexportrapportage zien dat de jaarlijkse groei van de wereldhandel in landbouwgoederen schommelt en de laatste twee jaar respectievelijk 7 en 4 procent bedroeg. Het aandeel van Nederland in deze handel lijkt wat stabieler op zo'n zes procent te liggen. Uitgaande van deze zes procent impliceert de omvang van € 20,8 miljard van Nederland in de acht in Foodswitch uitgewerkte roadmaps een totale wereldhandel in deze deelmarkten van € 350 miljard in 2019. Het toepassen van de jaarlijkse groei in de wereldhandel in landbouwgoederen van zo'n 5,5 procent leidt tot een verwachte marktomvang van zo'n €630 miljard in 2030. Met een gelijkblijvend verondersteld marktaandeel van zes procent betekent dit een totale marktomvang voor Nederland van zo'n € 38 miljard, en dus een toename van zo'n € 38 – € 20,8 = € 17 miljard. Deze € 17 miljard vormt de bovengrens van de door de indieners genoemde bandbreedte.

16 De toegevoegde waarde in de topsector T&U (exclusief onderdeel primaire productie) bedraagt zo'n 54 procent van de omzet. De toegevoegde waarde in de voedingsmiddelenindustrie (topsector AF) bedraagt bijna 20 procent van de omzet.

17 Dit is als volgt berekend: gerapporteerde omzet op pagina 118 van het voorstel is € 117 of € 128 miljard minus de omzet 'behoud in huidige sectoren' van € 103 miljard.

energiedragers (€ 16,9 miljard) verdwijnt bij het niet uitvoeren van dit investeringsvoorstel.[18] Het overige deel van het effect van € 14 à € 26 miljard extra omzet is een overschatting gelet op het volledig toerekenen van de toekomstige (markt)effecten aan het investeringsvoorstel.[19] Deze omzet laat zich vertalen in een impact op het bbp van € 2 à € 3,5 miljard per jaar in het jaar 2050, oftewel tussen de 0,15 procent en 0,25 procent van het bbp in 2050.[20] Dit is gelijk aan een bbp-effect van zo'n 0,17 tot 0,30 procent van het reëel bbp in 2040.

Kickstartvoorstel Life Sciences & Health ecosysteem

Het voorstel noemt een impact van ruim € 2 miljard jaarlijks en telt daarbij omzet, besparingen en R&D-uitgaven bij elkaar op.[21] Ongeacht de eenheid van rapporteren, wordt deze impact overschat omdat het niet reëel is om de twee meest omvangrijke posten binnen deze € 2 miljard – additionele omzet in de RG-maakindustrie en kostenbesparingen in de zorg – volledig toe te schrijven aan het voorstel. Het deel van de impact dat (direct) valt toe te rekenen aan het voorstel vertegenwoordigt op basis van een grove inschatting een impact op het bbp van jaarlijks circa € 645 miljoen, oftewel zo'n 0,05 procent van het bbp. Het deel van de impact waarvan het onduidelijk is hoeveel toe te rekenen valt aan het voorstel vertegenwoordigt maximaal een impact op het bbp van jaarlijks € 1,8 miljard. Gecorrigeerd voor het aandeel van dit investeringsvoorstel in het totaal aan voorgenomen investeringen is dit echter een bedrag van € 62 miljoen.[22] De bandbreedte van het voorstel bedraagt dus een jaarlijkse impact tussen de 0,05 en 0,06 procent van het bbp in 2040, waarbij de ondergrens

---

18 De indieners nemen aan dat alle toegevoegde waarde van het gebruik van productiefactoren in sectoren die afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen verdwijnt als het voorstel niet wordt uitgevoerd. De sector (en productiemiddelen) verdwijnen volgens deze aanname dan in het geheel uit Nederland. Deze aanname is niet realistisch. Indien een deel van de banen niet wordt behouden dan wel extra wordt gegenereerd is de vraag wat deze werknemers anders zouden gaan doen. Het is zeer aannemelijk dat deze werknemers ergens anders zouden gaan werken. Wat dan wel van belang is, is of hun toegevoegde waarde in de productie van klimaatneutrale waterstof en groene chemie hoger is dan het alternatief. Als dat zo is dan zou het verschil van de toegevoegde waarde toegerekend mogen worden aan het bbp-effect van dit voorstel.

19 Op basis van de door TNO gerapporteerde voorgenomen financieringsstromen betreffende groene waterstof-technologie kan een grove inschatting gemaakt worden van het aan dit voorstel toe te rekenen aandeel. Voor de komende vier jaar rapporteert TNO tenminste zo'n € 1,1 miljard aan voorgenomen investeringen. Het investeringsvoorstel betreft zo'n € 2 miljard over acht jaar, dus bij gelijke verdeling over de tijd zo'n € 1 miljard over vier jaar. De verhouding tussen het investeringsvoorstel en overige investeringen is bij benadering dus 1:1. Dit betekent dat we er rekening mee houden dat het investeringsvoorstel voor 50 procent bijdraagt aan de ontwikkeling van groenvermogen van Nederland.

20 Eerst rekenen we de helft van de omzet toe aan het voorstel, zie voorgaande voetnoot. Uit de nationale rekeningen volgt dat de verhouding tussen omzet en bruto toegevoegde waarde voor de SBI-sectoren B-E (Nijverheid en Energie, inclusief Chemie) zo'n 28,5 procent is. Voor de inschatting van het bbp in 2050 gaan we uit van een jaarlijkse bbp-groei van 2,5 procent na 2030 en daarmee een bbp van ongeveer € 1.475 miljard in 2050. Hierbij merken we overigens op dat het voorstel lijkt uit te gaan van een lagere verhouding tussen omzet en bruto toegevoegde waarde van zo'n 16 procent. In tabel 5 (pagina 42) wordt de € 102,6 miljard omzet door behoud huidige sectoren namelijk gekoppeld aan een toegevoegde waarde van € 16,9 miljard.

21 In het voorstel wordt bij het benoemen van de impact op het verdienvermogen enkel gerefereerd aan de laatste fasen binnen de twee projecten – additionele omzet in de RG-maakindustrie en kostenbesparingen in de zorg – in onze beoordeling houden we ook rekening met eventuele structurele effecten van de eerdere fasen uit het investeringsvoorstel.

22 Uit 0 blijkt dat het investeringsvoorstel slechts 2 tot 6 procent van de voorgenomen investeringen in deze domeinen voor de komende jaren betreft.

uitgaat van geen additionele effecten in de RG-maakindustrie en zorgkosten en de bovengrens deze wel gecorrigeerd meeneemt.[23]

Quantumdelta Nederland

Het voorstel rapporteert een cumulatief (dus niet-jaarlijks) bbp-effect van € 5 tot € 7 miljard op basis van een top-down benadering welke gebruikmaakt van een multiplier van tussen de 7 en 9 op een initiële investering van € 0,7 miljard.[24] Daarnaast benoemt het voorstel ook een bijdrage van € 2 tot € 3 miljard omzet aan het bbp in 2040 als jaarlijks effect (pagina 4 en 10). Dit vertaalt zich volgens het onderliggende rapport van McKinsey tot een jaarlijkse positieve impact op het bbp van € 1,2 tot € 2,4 miljard in 2040, oftewel zo'n 0,1 tot 0,2 procent van het bbp.[25,26] Beide inschattingen zijn gebaseerd op zeer geaggregeerde aannames, namelijk een totale wereldmarkt in quantum van € 30 miljard en een aandeel van Nederland daarin van maximaal 10 procent en een multiplier effect – gebaseerd op een bredere literatuurstudie – van tussen de 7 en 9 op een initiële investering van € 0,7 miljard. De gerapporteerde effecten zijn waarschijnlijk een overschatting omdat: 1) het marktaandeel van Nederland hoog wordt ingeschat,[27] 2) de veronderstelde toegevoegde waarde van 80 procent van de omzet onrealistisch hoog is,[28] 3) het niet waarschijnlijk is dat het totale effect in 2040 enkel kan worden toegeschreven aan dit voorstel,[29] 4) de investeringsperiode relatief lang is

23 Zie 0 voor een uitleg van de opbouw van deze berekening. Uit de nationale rekeningen volgt dat de verhouding tussen omzet en bruto toegevoegde waarde voor de SBI-sector gezondheidszorg zo'n 67 procent bedraagt. Voor de inschatting van het bbp in 2040 gaan we uit van een jaarlijkse bbp groei van 2,5 procent na 2030 en daarmee een bbp van ongeveer € 1.190 miljard in 2040 (prijsniveau 2015). Verder corrigeren we voor het aandeel van dit voorstel in het ontwikkelen van de RG-maakindustrie en kostenbesparingen in de zorg via de relatieve omvang van dit investeringsvoorstel en de door TNO gerapporteerde omvang van voorgenomen investeringen in deze sectoren.

24 In het voorstel staat ook een korte bottom-up aanpak waarbij het verwachte bbp-effect groter is dan de inschatting van McKinsey. Deze bottom-up aanpak is zoals de indieners zelf aangeven een 'educated guess' en getalsmatig verder niet onderbouwd.

25 Uitgaande van het door McKinsey veronderstelde marktaandeel ter waarde van € 1,5 tot € 3 miljard, 80 procent toegevoegde waarde en een bbp van ongeveer € 1.190 miljard in 2040 (zie pagina 46 McKinsey voor eerste twee aannames). Voor de inschatting van het bbp in 2040 gaan we uit van een jaarlijkse bbp groei van 2,5 procent na 2030.

26 Het jaarlijkse bbp-effect is hoog gelet op het gerapporteerde cumulatief bbp-effect. Het cumulatieve effect is ongeveer viermaal het jaareffect zoals voorgesteld in 2040. Dit duidt of op een kort toewijsbaar effect rond 2040 van slechts enkele jaren en/of op een overschatting van het jaarlijkse bbp-effect. Dit lijkt in tegenstelling met betrekking tot het effect op middellange termijn (zie pagina 100 van het voorstel).

27 Het McKinsey-rapport geeft geen enkele onderbouwing van het marktaandeel tussen 5 en 10 procent. De investeringen in China en Amerika, maar ook in andere landen, liggen vele malen hoger dan de voorgestelde investeringen in Nederland. Kijkend naar de aanname dat China en de VS de markt zullen domineren met 75 procent marktaandeel, laat dit slechts 15 procent marktaandeel over voor alle andere landen niet zijnde China, VS en Nederland. Gezien de huidige sterke posities en investeringsprogramma's in landen zoals Canada, Japan, Zuid-Korea, Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk, lijkt dit zeer onwaarschijnlijk.

28 Uit de nationale rekeningen blijkt dat het maximale percentage toegevoegde waarde voor een sector in Nederland zo'n 80 procent bedraagt (voor uitzendbureaus en arbeidsbemiddeling), terwijl het gemiddelde percentage zo'n 43 procent bedraagt, voor IT-dienstverlening ligt dit percentage op zo'n 46 procent.

29 De indieners geven in de beantwoording op de door SEO gestelde vragen aan dat zonder uitvoering van dit voorstel Nederland een aandeel van 0,7 procent van de wereldmarkt kan behalen. Echter, het bbp-effect houdt ook rekening met spin-off effecten van de technologie, deze zullen zonder deze investeringen naar alle waarschijnlijk kunnen worden geïmporteerd.

en gekenmerkt wordt door veel onzekerheid.[30] Ondanks deze overschatting van de impact, is het wel de verwachting dat deze investering een positieve impact heeft op het verdienvermogen. Investeren in deze technologie kan een impact hebben op 11 van de ongeveer 40 bedrijfstakken (SBI-afbakening) in Nederland (TNO-rapport QuantumDelta). Rekening houdend met de genoemde redeneringen voor overschatting, leidt een meer realistische inschatting tot een impact op het verdienvermogen van € 0,23 - € 0,46 miljard per jaar, oftewel tussen de 0,02 procent en 0,04 procent van het bbp in 2040.[31]

Gerapporteerde bbp-effecten in perspectief

R&D-elasticiteit

Er is consensus in de literatuur dat R&D een positief effect heeft op de economische ontwikkeling, de discussie over de omvang van dit effect is levendig en intens. Donselaar & Koopmans (2015 & 2016) voeren een econometrische meta-analyse uit aan de hand van een veertigtal studies die op verschillende wijzen kijken naar de impact van R&D op productiviteit en geven een inschatting voor de impact in Nederland.[32] Op basis van de meta-analyse geven Donselaar & Koopmans (2016) een waarde van de private R&D-elasticiteit van 0,06, en van de publieke R&D-elasticiteit van 0,03.[33] Met andere woorden, een tussen private en publieke gelijk verdeelde additionele toename in R&D van 10 procent leidt tot bij benadering in een gemiddelde cumulatieve toename van 0,45 procent in het bbp.[34] Het gaat hier dus om het totale effect over de tijd en niet over een jaarlijks effect.

30 De berekening van het bbp-effect op basis van de multiplier zoals gerapporteerd in andere literatuur corrigeert niet voor deze onzekerheid aangezien deze multiplier hoogstwaarschijnlijk gebiased is op technologisch succesvolle investeringen. Niet enkel de technologie, maar ook de ontwikkeling van een markt is zeer onzeker. De door McKinsey genoemde kengetallen van de omvang van de wereldmarkt in 2027 en 2040 zijn niet onderbouwd. McKinsey benoemt dit in haar rapport als volgt: 'Can we find useful applications in next 10 years? This is completely unknown to date' en 'Quantum computing is nothing more than speculation at this point in time' (pagina 33).

31 Bij een marktaandeel van 5 procent en een wereldmarkt van € 30 miljard in 2040 is de markt in Nederland gelijk aan € 1,5 miljard. Deze omvang van de markt in omzet leidt op basis van toegevoegde waarde van zo'n 46 procent (nationale rekeningen) tot een jaarlijkse toegevoegde waarde van zo'n € 0,69 miljard per jaar in 2040, oftewel zo'n 0,06 procent van het bbp. Bij een verdubbeling van het marktaandeel naar 10 procent ligt de inschatting op zo'n 0,12 procent van het bbp in 2040. Voor de komende vier jaar rapporteert TNO tenminste zo'n € 4,1 miljard aan voorgenomen investeringen. Het investeringsvoorstel betreft zo'n € 3,6 miljard over zeven jaar, dus bij gelijke verdeling over de tijd zo'n € 2 miljard over vier jaar. Dit betekent dat we er rekening mee houden dat het investeringsvoorstel voor 1/3 bijdraagt aan de ontwikkeling van de quantumdelta in Nederland.

32 De gebruikte eenheid van productiviteit is de zogenoemde totale factorproductiviteit (TFP). Deze meet de toegevoegde waarde (bbp) in verhouding tot de totale inzet van de productiefactoren kapitaal en arbeid. Onder de aanname dat een investering in R&D niet leidt tot een daling in de totale inzet van productiefactoren – zie onder andere Donselaar & Koopmans (2015) voor een gedetailleerde uitleg – kan de verandering in totale factorproductiviteit worden geïnterpreteerd als (de ondergrens) van de verandering in het bbp.

33 De elasticiteit is gedefinieerd als $\frac{\partial TFP}{\partial R\&D} \cdot \frac{R\&D}{TFP}$.

34 Dat dit cijfer mogelijk nog een overschatting betreft wordt duidelijk uit verschillende andere studies. Van Elk et al. (2015) vinden bijvoorbeeld geen statistisch significante positieve effecten van R&D op het bbp in een analyse van 22 OESO-landen. Bloom et al. (2020) geven aan dat historisch gezien de effectiviteit van R&D daalt, met andere woorden er is meer inspanning nodig om eenzelfde niveau van productiviteitsgroei te genereren.

Illustratie R&D-elasticiteit en cumulatieve impact op bbp

Het CBS rapporteert € 16,7 miljard R&D in 2018 door bedrijven, instellingen en hoger onderwijs. Dit vertaalt zich naar een R&D-intensiteit (R&D over bbp) van 2,16 procent.[35] Het combineren van de totale R&D en de R&D-elasticiteit biedt inzicht in het cumulatieve bbp-effect. Ter illustratie, een eenmalige investering in R&D zoals opgenomen in het voorstel van Quantumdelta Nederland van €3,6 miljard – een toename van zo'n 20 procent van de totale R&D-investeringen in Nederland – resulteert in een cumulatieve toename van het bbp van respectievelijk € 5,5, € 7,5 of € 9,7 miljard bij een gehanteerde R&D-elasticiteit van 0,03, 0,045 en 0,058.[36] Dit is in lijn met de cumulatieve impact van € 5-€ 7 miljard die in het voorstel wordt benoemd. Deze berekening, dienend ter illustratie en benadering, neemt aan dat de € 3,6 miljard een eenmalige schok is die aan het begin van de looptijd in zijn geheel beschikbaar komt. Een meer preciezere berekening dient rekening te houden met de verdeling van de investering en afschrijving over de looptijd van de investering en verdringingseffecten (afhankelijk van het absorptievermogen) in de economie.

Dit cumulatieve bedrag is nominaal en heeft een contante waarde die afhankelijk is van wanneer in de tijd deze opbrengsten worden gerealiseerd en met welke discontovoet wordt gerekend. Ter illustratie rapporteren we ook de contante waarde van deze bedragen, hierbij maken we de vereenvoudigende aanname dat de gehele cumulatieve impact valt in het jaar waarin de indieners van het voorstel de jaarlijkse impact hebben gerapporteerd.[37] Tot slot, nemen we ook aan dat de gehele investering beschikbaar is voor R&D. Uit de voorstellen blijkt dat een significant deel van de investering ook voor niet-R&D-activiteiten wordt aangewend. De contante waarde van deze bijdrage blijft dus een overschatting.

Vergelijking cumulatieve impact inschatting SEO en verwachting via R&D-elasticiteit

Gelet op de verwachtingen op basis van de R&D-elasticiteit trekken we de volgende conclusies met betrekking tot de door SEO ingeschatte bbp-effecten:

- **AiNed** De inschatting van een jaarlijkse impact van € 1,0-€ 1,3 miljard voor AiNed lijkt aan de hoge kant gelet op de uit de meta-studie verwachte cumulatieve impact van € 4,4 miljard. Dit impliceert of een zeer kortdurend effect van slechts enkele jaren, of een overschatting die niet te ondervangen is door de in deze beoordeling gehanteerde werkwijze (uitgangspunt aangeleverde data door indieners, onduidelijk in hoeverre impact mag worden toegeschreven aan het voorstel, onduidelijk of de gehele impact additioneel is vanwege ontbreken basisscenario).
- **Foodswitch** De inschatting van een jaarlijkse impact tussen de € 4,6 – € 5,5 miljard voor Foodswitch is nog heel hoog gelet op de uit de meta-studie verwachte cumulatieve impact van € 2,1 miljard. De jaarlijkse impact is dus ruim een factor twee hoger dan het verwachte cumulatieve effect op basis van de meta-studie. Dit is een sterke aanwijzing dat de in deze beoordeling gehanteerde werkwijze niet voldoende kan corrigeren voor door de indieners gemaakte aannames en uitgangspunten betreffende de groei van de wereldmarkt en de positie van Nederland hierin.

35 Zie https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/49/uitgaven-aan-r-d-4-procent-hoger-in-2018.

36 Een stijging van € 3,6 miljard op € 16,7 miljard is gelijk aan een stijging van ongeveer 20 procent. Een stijging van 20 procent leidt tot een 20*0,045≈1 procent stijging in het cumulatief bbp bij het hanteren van de gemiddelde elasticiteit. De toename in bbp is daarmee gelijk aan (1,01 * € 775) -/- € 775 ≈ € 7,5.

37 Voor het verdisconteren hanteren we het advies van de Werkgroep discontovoet 2020 om een discontovoet van 2,9 procent te gebruiken bij sterk niet-lineair verlopende baten (ministerie van Financiën, 2020).

- **Groenvermogen** De inschatting van een jaarlijkse impact van € 2-€ 3,5 miljard voor Groenvermogen is hoog gelet op de uit de meta-studie verwachte cumulatieve impact van € 4,2 miljard. De jaarlijkse impact is dus in dezelfde orde van grootte als het verwachte cumulatieve effect op basis van de meta-studie. Dit impliceert of een zeer kortdurend effect van slechts enkele jaren, of een overschatting die niet te ondervangen is door de in deze beoordeling gehanteerde werkwijze (uitgangspunt aangeleverde data door indieners, onduidelijk in hoeverre impact mag worden toegeschreven aan het voorstel, onduidelijk of de gehele impact additioneel is vanwege ontbreken basisscenario).
- **LSH** De inschatting van een jaarlijkse impact van € 0,65-€ 0,71 miljard voor LSH is hoog gelet op de uit de meta-studie verwachte cumulatieve impact van € 0,7 miljard. De jaarlijkse impact is dus in dezelfde orde van grootte als het verwachte cumulatieve effect op basis van de meta-studie. Dit impliceert of een zeer kortdurend effect van slechts enkele jaren, en/of een overschatting die niet te ondervangen is door de in deze beoordeling gehanteerde werkwijze (uitgangspunt aangeleverde data door indieners, onduidelijk in hoeverre impact mag worden toegeschreven aan het voorstel, onduidelijk of de gehele impact additioneel is vanwege ontbreken basisscenario).
- **QDNL** De inschatting van QDNL van het cumulatieve effect op het bbp is in lijn met de verwachtingen op basis van de literatuur. Het door SEO ingeschatte jaarlijkse effect van € 0,23-€ 0,46 miljard is hier ook grofweg consistent mee.

Tabel 2 Verwacht cumultatief bbp-effect op basis van drie R&D-elasticiteiten

	AiNed	**Food**	**Groen**	**LSH**	**QDNL**
Totale investering, inclusief cofinanciering (in mld. €)	2,1	1	1,988	0,326	3,6
Baten komen vrij in	2030	2030	2050	2040	2040
Cumulatieve impact bbp (in mld. €) *nominaal*					
elas 0,045	4,4	2,1	4,2	0,7	7,5
Elas range 0,03-0,058	3,2-5,7	1,5-2,7	3,1-5,4	0,5-0,9	5,5-9,7
Contante waarde cumulatieve impact bbp (in mld. €)					
elas 0,045 & discontovoet 2,9	3,3	1,6	1,8	0,4	4,2

Mechanismen en risico's

Tabel 3 geeft een overzicht van de belangrijkste mechanismen op basis waarvan het door de indieners van de voorstellen gerapporteerde bbp-effect tot stand komt. AiNed, Groenvermogen en QDNL bestrijken meerdere sectoren en vier van de vijf voorstellen benoemen het efficiënter maken van productiefactoren (kapitaal en/of arbeid) als een onderliggend mechanisme. Groenvermogen richt zich op meer duurzame en mogelijk efficiëntere grondstoffen. Naast de mechanismen benoemt Tabel 3 ook verschillende risico's en de toekomstige concurrentie en de invloed daarvan op de bbp-impact. Een belangrijk element daarin is de positionering van Nederland in de wereld. Voor alle voorstellen geldt dat er door meerdere landen meer geïnvesteerd wordt dan door Nederland (ook met het beoogde voorstel), de internationale concurrentie is dus zeer sterk.

Tabel 3 Overzicht van mechanismen en risico's

	AiNed	Foodswitch	Groenvermogen	Life Sciences & Health	QDNL
Mechanismen bbp-effect geschetst door indieners	AI (McKinsey & Company, 2020) simuleert impact via binnenlandse productie, handel en spillover effecten (over sectoren), directe en indirecte effecten en arbeidsproductiviteit.	Impact ¾ groei door omzetgroei wereldmarkt, en ¼ door verbeterde Nederlandse concurrentiepositie (Roland Berger). Omzetstijging door verkoop ontwikkelde technologie. Er wordt vooral ingezet op het efficienter maken van de agri- en voedselketen.	Impact via het behouden van productiviteit van fossiele energiedragers afhankelijke sectoren (in brede zin), de bouw en operatie van productiefaciliteiten en infrastructuur voor groene waterstof, en productie van aan waterstof gerelateerde apparatuur.	Impact Health-RI door realisatie nationale gezondheidsdata infrastructuur waardoor meer investeringen, efficiënter onderzoek, meer (buitenlandse) bedrijven en ontwikkeling bedrijvigheid. Grootste effect is via efficiëntere zorg en meer preventie. Impact RegMed XB door realisatie pilotfabriek en toename R&D-uitgaven en economische activiteiten rondom fabriek.	QDNL leidt mogelijk tot een nieuw high-end ecosysteem. Impact loopt via meerdere sectoren, en bestaat dus uit directe en indirecte effecten en toename arbeidsproductiviteit.
Ontwikkeling innovatie/technologie/kennis	Potentie van AI is in het algemeen zeker groot. Vraag is of Nederland een belangrijke speler in AI kan worden, zeker gegeven de grote buitenlandse tech-bedrijven. McKinsey benoemt dat Nederland een aantal AI KPI's moet verbeteren. Uiteraard is succes onzeker, dit is inherent aan fundamenteel onderzoek.	Nederlandse landbouwsector is al innovatief en kennisintensief. Mogelijk dat het laaghangend fruit al is geplukt en dat innovaties eenvoudig te kopiëren zijn door opkomende landen met door de omvang van de bevolking grote belangen in voedselvoorziening (China). Risico dat gekozen kruispunten niet de juiste zijn, er is nog geen uitgewerkt beeld waarin specifiek wordt geïnvesteerd, dit maakt een beoordeling lastig. Uiteraard is succes onzeker, dit is inherent aan fundamenteel onderzoek.	De prijsontwikkeling van groene energie (en concurrerende bronnen) is een risicofactor. Door te investeren in een groene waterstof ecosysteem kan er een substantiële markt voor groene waterstof gecreëerd worden mits de prijs substantieel daalt. Door grootschalige investeringen in opschaling van productiecapaciteit zal dit de kosten van groene waterstof in Nederland verlagen. Vraag is of de prijs voldoende daalt. Uiteraard is succes onzeker. Dit is inherent aan fundamenteel onderzoek.	Gezondheidsdata infrastructuur is belangrijk, maar dit kan ook worden ingekocht. Infrastructuur bouwen is complex o.a. door vele stakeholders, wetgeving, afspraken en toegang van derden. Marktpotentieel voor regeneratieve geneeskunde is groot. Het is nu een Amerikaanse markt. Verwachting is dat Europese markt zal groeien, maar het staat nog wel aan begin van ontwikkeling. Aantal publicaties en citaties per capita is hoog in Nederland, maar de totale omvang – wat een betere maatstaf is – is beperkt tot 2 procent.	Quantum bevindt zich nog in de fundamentele onderzoeksfase. Wat per definitie risicovol is. Time to market is dan ook relatief lang ten opzichte van de andere GF-voorstellen. Daarnaast is Nederland relatief kleine speler en is het onzeker dat beoogd marktaandeel kan worden behaald in het internationale speelveld.
bbp-effect afhankelijk van condities en spreiding	AI is toepasbaar binnen vele sectoren wat de kans op succes doet verhogen. Er is	Er is sprake van risicospreiding doordat er 8 roadmaps	De ligging, infrastructuur en connectiviteit van Nederland met het buitenland is	Er is niet echt sprake van risicospreiding bij beide voorstellen. Het voorstel hangt	Quantum is toepasbaar in meerdere sectoren (met name bij heel complexe

	sprake van risicospreiding door meerdere subinvesteringen.	zijn. Die bestaan uit meerdere investeringen (value creation opportunities), maar zijn nog niet verder uitgewerkt.	relatief gunstig. Er is sprake van risicospreiding doordat er vele investeringsprojecten zijn binnen dit voorstel.	op het technische succes van de ontwikkeling van de infrastructuur en de pilotfabriek. De go/no-go momenten bieden weinig mogelijkheid tot flexibiliteit gegeven de focus op deze twee elementen.	vraagstukken, zie pag. 107). Er is wel sprake van risicospreiding vanwege de portfolio-investering (zie pag. 99). De langdurige investering in nieuwe infrastructuur maakt dat risicovolle transities nodig zijn die ten koste gaan van het bestaande technisch ecosysteem.
Mate waarin bbp-effect betwistbaar is door substitutie & concurrentie	Er is sterke concurrentie uit het buitenland (zie McKinsey-rapport). Voor diverse key AI determinanten staan we net in de top 10. Qua investeringen in AI (gecorrigeerd voor omvang land) staat Nederland op plek 14. De beperkte AI-investeringen in Nederlandse verkleinen de kans op een substantieel marktaandeel in de wereldmarkt in de nabije toekomst. Amerikaanse en Chinese bedrijven domineren nu al de AI-markt.	Nederland is één van de grootste exporteurs van landbouwgoederen. Deze Nederlandse sector is heel innovatief t.o.v. de rest van de wereld. Techniek op het gebied van agrifood is een groeimarkt. Het risico is groot dat Nederland zijn relatief goede positie niet verder kan uitbouwen en dat andere landen een grotere rol op de wereldmarkt gaan spelen.	Er zijn substituten voor groene waterstof, zoals blauwe waterstof en alternatieve energiebronnen.. Het is cruciaal dat de prijs van groene waterstof sterk daalt, om een substantiële markt te creëren. Andere landen investeren ook fors, wat de kans op succes voor Nederland zonder intensieve samenwerking verkleint.	Health-RI: in het buitenland wordt ook sterk geïnvesteerd in gezondheidsdata infrastructuur. Er is ook veel internationale concurrentie met betrekking tot RegMed XB.	De huidige technologie welke minder geavanceerd is dan Quantum lijkt nog te voldoen aan de huidige en toekomstige vraag uit de markt. Daarmee is de huidige technologie een substituut welke continu verbeterd wordt door vele actoren. Ook is er sterke concurrentie uit andere landen zoals China en Amerika die veel investeren in Quantum. Omdat het een hoogdrempelige technologie betreft zullen slechts een beperkt aantal ecosystemen zich in deze vroege fase kunnen ontwikkelen (pag. 101).

Literatuur

Bloom, N., Jones, C., Van Reenen, J., & Webb, M. (2020). Are ideas getting harder to find? *American Economic Review* 110(4), 1104-1144.

Deledi, M., Mazzucatoe, M., Angolucci, P., De Lipsis, V., & Ryan-Collins, J. (2019). The macroeconomic impact of government innovation policies: A quantitative assessment. UCL Policy Report WP 2019-06.

Dolman, M. (ed.), Jukema, G. (ed.) & Ramaekers, P. (ed.). (2019). De Nederlandse landbouwexport 2018 in breder perspectief. Wageningen Economic Research nota; no. 2019-001.

Donselaar, P., & Koopmans, C. C. (2015). Een meta-analyse van het effect van R&D op productiviteit. *ESB*, 100(4717).

Donselaar, P., & Koopmans, C. C. (2016). The fruits of R&D: Meta-analyses of the effects of Research and Development on productivity. Research Memorandum; No. 2016-1. SBE Vrije Universiteit Amsterdam.

Hall, B., Mairesse, J. & Mohnen, P. (2010). Measuring the returns to R&D. In: Hall, B. & Rosenberg, N. (Eds.). Handbook of Economics of Innovation. North Holland (Volume 2), 1033-1082.

Jukema, G., Ramaekers, P. & Berkhout, P. (ed.). (2020). De Nederlandse agrarische sector in internationaal verband. Wageningen Economic Research rapport; no. 2020-001.

Van Elk, R., Verspagen, B., Ter Weel, B. Van der Wiel, K., & Wouterse, B. (2015). A macroeconomic analysis of the returns to public R&D investments. CPB Discussion Paper 313.

Bijlage A.1 Uitwerking Kickstartvoorstel LSH

Tabel 4 Onderdelen verdienvermogen en vertaling naar structurele toegevoegde waarde (in 2040)

	R&D	Omzet	Structurele toegevoegde waarde
RG-pilot			
- Realisatie	Jaarlijks zo'n € 26 miljoen		Toegevoegde waarde is gelijk aan investering plus behaald rendement uit omzet door investeringen van € 26 miljoen
- R&D rondom pilot	Jaarlijks zo'n € 130 miljoen (factor 5)		Toegevoegde waarde is gelijk aan investering plus behaald rendement uit extra omzet door extra investeringen van € 130 miljoen
- R&D in NL	Jaarlijks zo'n € 60 miljoen		Toegevoegde waarde is gelijk aan investering plus behaald rendement uit omzet door investeringen van € 60 miljoen
- R&D spinouts	Jaarlijks zo'n € 30 miljoen		Toegevoegde waarde is gelijk aan investering plus behaald rendement uit omzet door extra investeringen van € 30 miljoen
- Omzet spinouts		Jaarlijks zo'n € 100 miljoen	Toegevoegde waarde is gelijk aan behaald rendement uit de € 100 miljoen extra omzet
- Omzet RG-maak		Jaarlijks zo'n € 1.000 miljoen	Toegevoegde waarde is gelijk aan behaald rendement uit de € 1.000 miljoen extra omzet, echter lijkt het niet realistisch deze volledig toe te schrijven aan het project
	Besparing	**Omzet**	**Structurele toegevoegde waarde**
Health-RI			
- Extra omzet		Jaarlijks zo'n € 40 miljoen	Toegevoegde waarde is gelijk aan behaald rendement uit de € 40 miljoen extra omzet
- Efficiënter werken	Jaarlijks zo'n € 33 miljoen		Onder aanname dat inputfactoren minimaal even efficiënt ingezet kunnen worden (in efficiënte markten) resulteert besparing direct in toegevoegde waarde van € 33 miljoen
- Efficiënter data gebruik	Jaarlijks zo'n € 37 miljoen		Onder aanname dat inputfactoren minimaal even efficiënt ingezet kunnen worden (in efficiënte markten) resulteert besparing direct in toegevoegde waarde van € 37 miljoen
- Hergebruik data	Jaarlijks zo'n € 10 miljoen[38]		Onder aanname dat inputfactoren minimaal even efficiënt ingezet kunnen worden (in efficiënte markten) resulteert besparing direct in toegevoegde waarde van € 10 miljoen
- Biotech[39]		Jaarlijks zo'n € 50 miljoen	Toegevoegde waarde is gelijk aan behaald rendement uit de € 50 miljoen extra omzet
- Startups		Jaarlijks zo'n € 35 miljoen	Toegevoegde waarde is gelijk aan behaald rendement uit de € 35 miljoen extra omzet
- Scaleup		Jaarlijks zo'n € 170 miljoen	Toegevoegde waarde is gelijk aan behaald rendement uit de € 170 miljoen extra omzet
- Kostenbesparing zorg[40]	Jaarlijks zo'n € 1.100 miljoen		Onder aanname dat inputfactoren minimaal even efficiënt ingezet kunnen worden (in efficiënte markten) resulteert besparing in toegevoegde waarde van € 1.100 miljoen, echter is het niet realistisch deze volledig toe te schrijven aan het project

38 Deze besparing wordt verder niet in het voorstel onderbouwd.

39 Voor biotech bedrijven, start-ups, en scale-ups betreft het de omzet van nieuwe buitenlandse toetreders op jaarbasis. Het is onduidelijk of en hoe het cumulatieve effect over de jaren heen is meegewogen. Ter illustratie, als nieuwe buitenlandse biotech bedrijven in 2030 een omzet van €50 miljoen vertegenwoordigen, hoeveel omzet genereren deze bedrijven dan in 2031? Een voor de hand liggende aanname is dat voor een bepaald jaar (zeg 2030) gekeken moet worden hoeveel van deze drie soorten bedrijvigheid is ontstaan, en dan te kijken naar de cumulatieve jaarlijkse bijdrage. Dit roept echter wel direct de vraag op tot welk jaar het voorstel voorziet in (nieuwe) toetreding van buitenlandse bedrijven, start-ups and scale-ups.

40 De kostenbesparing valt uiteen in verbeterde diagnostiek en preventie.

Tabel 5 Berekening van impact bbp per jaar (in 2040)

		Impact bbp (per jaar)	Berekening
R&D	Circa € 246 miljoen	Circa € 300 miljoen	246*1,25[41]
Omzet (toerekenbaar)	Circa € 395 miljoen	Circa € 265 miljoen	395 * (2/3)[42]
Omzet (hoeveel toerekenbaar?)	Circa € 1.000 miljoen	Circa € 0 tot € 40 miljoen	1.000 * (2/3)*(6/100)[43]
Besparing (toerekenbaar)	Circa € 80 miljoen	Circa € 80 miljoen	
Besparing (hoeveel toerekenbaar?)	Circa € 1.100 miljoen	Circa € 0 tot € 22 miljoen	1.100 * (2/100)[44]
Totaal		**€ 645 – € 707 miljoen**[45]	

41 De extra R&D-investeringen leiden vervolgens tot een bepaald rendement en daarmee tot een bbp-impact. We hanteren hiervoor het gemiddelde van de inschatting van Hall et al. (2010) dat een 20-30 procent return on investment haalbaar is.

42 Uit de nationale rekeningen volgt dat de verhouding tussen omzet en bruto toegevoegde waarde voor de SBI-sector gezondheidszorg zo'n 67 procent bedraagt.

43 Voor de komende vier jaar rapporteert TNO ten minste zo'n € 2 miljard aan voorgenomen investeringen. Het investeringsvoorstel betreft € 0,216 miljard over zeven jaar, dus bij gelijke verdeling over de tijd zo'n € 0,123 miljard over vier jaar. Dit betekent dat we er rekening mee houden dat het investeringsvoorstel voor zo'n 6 procent bijdraagt aan de ontwikkeling van de RG-maakindustrie.

44 Voor de komende vier jaar rapporteert TNO tenminste zo'n € 2,85 miljard aan voorgenomen investeringen. Het investeringsvoorstel betreft € 0,110 miljard over acht jaar, dus bij gelijke verdeling over de tijd zo'n €0,055 miljard over vier jaar. Dit betekent dat we er rekening mee houden dat het investeringsvoorstel voor zo'n 2 procent bijdraagt aan de ontwikkeling van de RG-maakindustrie.

45 De ondergrens van de bandbreedte gaat uit van de baten exclusief omzet RG-maakindustrie en besparing zorgkosten. De bovengrens is inclusief deze twee effecten, maar wel gecorrigeerd met de verhouding tot de voorgenomen investeringen in de betreffende domeinen.

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2021 R10524

Methodologierapport behorende bij het programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds

Datum	18 januari 2021
Auteur(s)	Babette Bakker Thijmen van Bree Amber Geurts Govert Gijsbers Marcel de Heide Marissa Hoekstra Finn Speijer
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	23
Aantal bijlagen	1
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	Programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds
Projectnummer	060.47859

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Inhoudsopgave

1 Inleiding ... 3

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland ... 4
2.1 Doel van deze analyse ... 4
2.2 Scoping ... 4
2.3 Hoe komen we tot resultaten ... 5

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen ... 8
3.1 Doel van deze analyse ... 8
3.2 Scoping ... 8
3.3 Hoe komen we tot resultaten ... 9
3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren ... 9
3.3.1.1 Scoping actoren in de database ... 9
3.3.1.2 Presentatie resultaten ... 11
3.3.2 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven ... 11
3.3.2.1 Scoping initiatieven database ... 11
3.3.2.2 Presentatie resultaten ... 13

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling ... 14
4.1 Doel van deze analyse ... 14
4.2 Scoping ... 14
4.3 Hoe komen we tot resultaten ... 14

5 Toepasbaarheid van de innovatie (Stap II.2.c) ... 16
5.1 Doel van deze analyse ... 16
5.2 Scoping ... 16
5.3 Hoe komen we tot resultaten ... 16
5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid ... 16
5.3.1.1 Scoping programma's in de database ... 16
5.3.1.2 Presenteren resultaten ... 18
5.3.2 Omvang voorgenomen financieringsstromen ... 19

6 Groeipotentieel (Stap II.2.d) ... 20
6.1 Doel van de analyse ... 20
6.2 Scoping ... 20
6.3 Hoe komen we tot resultaten ... 20
6.3.1 Concurrentievermogen ... 20
6.3.2 Innovatievermogen ... 21

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel. ... 23

1 Inleiding

De afdeling Strategic Analysis and Policy (SA&P) van TNO is door de adviescommissie (hierna: commissie) van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) gevraagd om ondersteunende informatie aan te leveren voor de beoordeling van de voorstellen die bij de commissie zijn ingediend in de eerste ronde van het Nationaal Groeifonds. Specifiek gaat het daarbij om input die de commissie kan helpen bij het evalueren van de strategische onderbouwing bbp-effect.

Dit rapport beschrijft de methodiek die door TNO SA&P is toegepast om de volgende informatie over de voorstellen te genereren:

- Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland
- Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen
- Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling
- Toepasbaarheid van de innovatie
- Bijdrage aan het groeipotentieel van de Nederlandse economie

Het doel van deze analyse is om met objectieve cijfers en feiten over de voorstellen input te leveren voor het uiteindelijke selectieproces aan het themateam sleuteltechnologieën. Het evaluatieproces leidt niet tot een overall ‘rapportcijfer’ voor een individueel BGP, en daarmee ook niet tot een ranking van ingediende programma’s.

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland

2.1 Doel van deze analyse

In het kader van het criterium comparatieve voordelen wordt geanalyseerd op welke kennis- en technologiesterktes in Nederland (van universiteiten, onderzoeksinstituten en bedrijven) de voorstellen bouwen, en waar ze gelijktijdig aan bijdragen zodat (eventuele) comparatieve voordelen verder worden versterkt.

Centraal in deze analyse staat het linken van de investeringsgebieden' van de voorstellen aan kennisvelden en sleuteltechnologieën. Dit wordt beschreven in paragraaf 2.2.

Vervolgens wordt de Nederlandse positie op de kennisvelden en sleuteltechnologieën beschreven en vergeleken met internationale 'peer group' van referentielanden met behulp van een set van indicatoren zoals beschreven in paragraaf 2.3.

2.2 Scoping

In de scopingsfase wordt er een selectie gemaakt uit 34 kennisvelden en 51 sleuteltechnologieën. De 34 kennisvelden staan gelijk aan de WTI-disciplines zoals die worden gehanteerd door het CWTS in Leiden. Deze classificatie is afgeleid van de indeling van wetenschappelijke tijdschriften in het Thomson Reuters Web of Science in 226 Journal subject categorieën. Het kennisveld multidisciplinaire tijdschriften is niet meegenomen. De 51 sleuteltechnologieën staan gelijk aan de sleuteltechnologieën die worden gehanteerd door het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat, op basis van een sleuteltechnologienotitie NWO en TNO.

Bij de selectie van kennisvelden en sleuteltechnologieën wordt onderscheid gemaakt tussen een kern-rol en een ondersteunende rol. Een kennisveld speelt bijvoorbeeld een kern-rol als in dit kennisveld onderzoek wordt gedaan wat zelfstandig tot doorbraken kan leiden, zoals bijvoorbeeld in de Biologische en Chemische wetenschappen bij het ontwikkelen van eiwitvervangers in de voedingsindustrie. Andere kennisvelden hebben een complementaire rol, omdat deze kennis ingebracht moet worden om te komen tot effectieve toepassingen in de markt of bijvoorbeeld omdat deze kennis nodig is voor het ontwikkelen van de ondersteunende infrastructuur. Denk hierbij aan de Sociale en gedragswetenschappen die inzicht geven in het effect van verschillende soorten eiwitvervangers op het eetgedrag van consumenten. Bij waterstof gaat het bijvoorbeeld ook over kennis die nodig is voor het realiseren van voldoende ondergrondse opslag voor waterstof, en hierbij is kennis over Aardwetenschappen relevant. Ditzelfde onderscheid geldt bij sleuteltechnologieën.

De basis van de selectie van deze kennisvelden en sleuteltechnologieën ligt in de programmalijnen of bouwstenen van de voorstellen. Per voorstel worden de programmalijnen of bouwstenen waar kennisontwikkeling van belang is geïdentificeerd. Vervolgens wordt op basis van de omschrijving in het voorstel,

eventueel aangevuld met *desk research*, een selectie gemaakt van kennisvelden en sleuteltechnologieën.

2.3 Hoe komen we tot resultaten

Nadat voor elk van de voorstellen de kennis- en technologievelden zijn geïdentificeerd, wordt de bijhorende data uit de LSA database gepresenteerd. Dit geeft inzicht in hoe goed Nederland is op de relevante kennisvelden en sleuteltechnologieën, gebaseerd op eerdere 'kennisoutput', met indicatoren als citatie-impactscore en onderzoeksspecialisatie-index. Dit geeft een indicatie van de comparatieve voordelen waarop in de context van een voorstel wordt gebouwd, en aan wordt bijgedragen. De relevante indicatoren voor kennisvelden en sleuteltechnologieën staan in Tabel 1. Het belang van de Nederlandse kennispositie ten opzichte van het buitenland is centraal gesteld.

Tabel 1: Indicatoren kennissterktes en sleuteltechnologieën.

Indicator	Proxy	Jaar	Bron	Score / Berekening
Kennisvelden	Citatie-impactscore, per kennisveld	2015-2018	Thomson Reuters/CWTS Web of Science	De citatie-impactscore geeft het gebruik van publicaties door derden weer en wordt vaak beschouwd als een maat voor de waardering van publicaties. De CI wordt berekend door het aantal citaties van publicaties in een bepaald kennisveld gedurende een periode te delen door het gemiddelde van het aantal ontvangen citaties per kennisveld in de referentielanden.
	Groei in citatie-impactscore, per kennisveld	2015-2018 t.o.v. 2009-2012	Thomson Reuters/CWTS Web of Science	Zie beschrijving citatie-impactscore.

Indicator	Proxy	Jaar	Bron	Score / Berekening
	Onderzoek-specialisatie index, per kennisveld	2015-2018	Thomson Reuters/CWTS Web of Science	Een indicator die de onderzoeksintensiteit van een land in een bepaald kennisveld gemeten in aantallen publicaties af zet tegenover diezelfde onderzoeksintensiteit in een peer group van referentielanden. De OSI wordt gemeten als het % Nederlandse onderzoekspublicaties over de periode 2010-2013 per kennisveld in de totale Nederlandse publicatieoutput, gedeeld door het gemiddelde % van datzelfde kennisveld in de totale publicatie-output van referentielanden.[1]
	Groei in onderzoek-specialisatie-index	2015-2018 t.o.v. 2009-2012	Thomson Reuters/CWTS Web of Science	Zie beschrijving onderzoekspecialisatie-index
Sleuteltechnologieën	FWCI	2007-2016	Elsevier studie sleuteltechnologieën	De Field-weighted citation index geeft het gebruik van publicaties door derden weer en wordt vaak beschouwd als een maat voor de waardering van publicaties. De FWCI wordt berekend door het aantal citaties van publicaties in een bepaald kennisveld gedurende een periode te delen door het gemiddelde van het aantal ontvangen citaties per kennisveld in de referentielanden.[2]

[1] Australië, België, Canada, China, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Ierland, Italië, Japan, Noorwegen, Oostenrijk, Singapore, Spanje, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten, Zweden, Zuid-Korea en Zwitserland
[2] EU-28 landen

Indicator	Proxy	Jaar	Bron	Score / Berekening
	RAI	2007-2016	Elsevier studie sleuteltechnologieën	De Relative Activity Index is een indicator die de onderzoek intensiteit van een land in een bepaald kennisveld gemeten in aantallen publicaties af zet tegenover diezelfde onderzoek intensiteit in een peer group van referentielanden.

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen

3.1 Doel van deze analyse

Om verder invulling te geven aan de strategische onderbouwing wordt geanalyseerd of het voorstel een in Nederland aanwezig ecosysteem versterkt. Op basis van de aanwezige informatie in de LSA database (zie Bijlage I) schetst TNO daartoe een beeld van de bestaande ecosystemen die de kennis zouden kunnen toepassen, en de actoren die daar momenteel onderdeel van uitmaken, op welke kennis- en technologiesterktes in Nederland (van universiteiten, onderzoeksinstituten en bedrijven) de voorstellen bouwen, en waar ze gelijktijdig aan bijdragen zodat (eventuele) comparatieve voordelen verder worden versterkt. Centraal in deze analyse staat het linken van het voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes. Dit wordt beschreven in paragraaf 3.2. Vervolgens worden de actoren betrokken bij de relevante MMIP's / MJP's / NWA-routes geïdentificeerd in paragraaf 3.3.

3.2 Scoping

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de programma's die betrokken zijn bij een voorstel. Om de scope te bepalen wordt het voorstel gelinkt aan MMIP's / MJP's / NWA-routes. Op basis van het voorstel hebben de TNO experts door middel van expert judgement de scope van de geselecteerde programma's in de database bepaald. Er is onderscheid gemaakt tussen twee verschillende type programma's: kernprogramma's en complementaire programma's. Kernprogramma's zijn programma's die belangrijk zijn om het onderwerp verder te ontwikkelen. De complementaire programma's zijn programma's die rand-voorwaardelijk zijn om de kernprogramma's mogelijk te maken. Deze indeling is gelijk aan die zoals toegepast voor de kennisvelden en sleuteltechnologieën in Hoofdstuk 2.

Dit wordt vervolgens gevalideerd op basis van expert judgement. Deze inschatting is in eerste instantie gedaan door leden van het TNO-projectteam. Analyses gebaseerd op expert judgement zijn onderhevig aan individuele bias door de kennis van de experts. Door de expert judgement ook te valideren met andere TNO-experts, kan zogenaamde 'intersubjectiviteit overeenkomst' worden gecreëerd. Deze validatieslag draagt bij aan de robuustheid van de analyse.

Een belangrijke kanttekening moet worden geplaatst bij de interpretatie van het onderzoek en innovatie ecosysteem van Health-RI. Health-RI is namelijk zo opgezet dat er geen specifiek thematische MMIP, MJP of NWA route kan worden geïdentificeerd die de kern van Health-RI - rondom het ontwikkelen van een health data infrastructuur - reflecteert. Er bestaat daardoor de mogelijkheid dat er in de analyse relevante actoren ontbreken, en dat er (daardoor) mogelijk een onvoldoende beeld wordt geschetst van het type onderzoek en innovatie ecosysteem voor Health-RI.

3.3 Hoe komen we tot resultaten

De LSA kan inzicht geven in welke actoren in het NL innovatielandschap onderzoek (willen) doen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Deze actoren analyse, die een inzicht geven van het netwerk van actoren actief binnen een bepaalde programma, is met enige aanpassingen te linken aan de innovatie ecosystemen zoals gedefinieerd in het Dialogic rapport.[3]

3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren

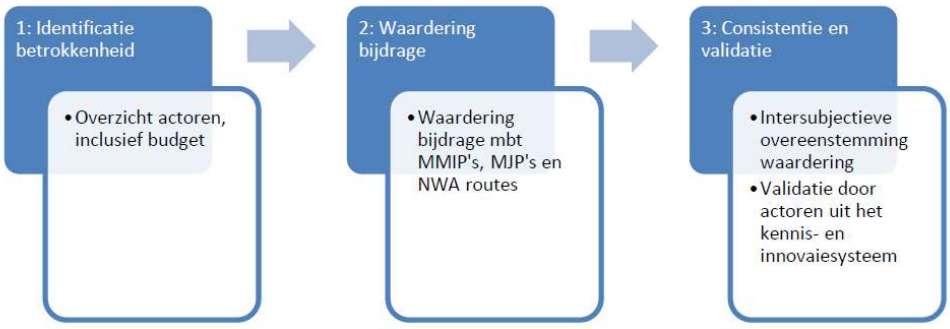
De figuren omtrent type actoren in het onderzoek en innovatie ecosysteem in Nederland is gebaseerd op data uit de initiatieven database van de Landschapsanalyse. Hieronder staat beschreven hoe de initiatieven database is opgesteld.

3.3.1.1 Scoping actoren in de database

In de database is per MMIP / MJP / NWA-route een overzicht aanwezig met de betrokken publieke actoren in het wetenschaps- en innovatiesysteem, inclusief de 30 bedrijven met de grootste R&D-uitgaven (o.b.v. ranglijst Technisch Weekblad) en hun inzet verbonden met de uitdagingen, ambities en doelen die met het thematische wetenschaps- en innovatiebeleid worden geadresseerd. Door het mappen van deze actoren wordt inzichtelijk gemaakt welke actoren betrokken zijn en een bijdrage (kunnen) leveren aan het realiseren van de geformuleerde ambities en doelen onder het KIC en NWA. Het gaat om de onderstaande typen van actoren:

- Universiteiten, inclusief UMC's
- TO2-instituten
- NWO instituten
- KNAW instituten
- Hogescholen
- Rijkskennisinstellingen (RKI's) en planbureaus
- Bedrijven (top 30 Technisch Weekblad 2019)
- PPS-en

Voor de scoping van deze actoren is de volgende aanpak gevolgd, bestaande uit drie activiteiten, zie Figuur 1:



Figuur 1 Activiteiten scoping actoren en budgetten

[3] Zie: dialogic (2020). *Onderzoeks- en innovatie-ecosystemen in Nederland*. De 56 innovatie ecosystemen geïdentificeerd in het Dialogic rapport zijn goed te linken aan de thematische KIC. In de meeste gevallen wordt een breder innovatie ecosysteem in kaart gebracht binnen de LSA database dan in het Dialogic rapport waar het aantal actoren is gelimiteerd tot 15 illustratieve actoren.

1: Identificatie betrokkenheid
Door middel van deskresearch is een longlist opgesteld van relevante actoren en ingedeeld naar type. Op basis van de beleidsdocumenten en publicaties van het KIC (KIA's) en de NWA (routes) is in kaart gebracht welke actoren betrokken zijn en indien beschikbaar informatie over de gecommitteerde en voorgenomen budgetten per MMIP/MJP/NWA route opgenomen.

2: Waardering bijdrage
De (potentiële) betrokkenheid van de actoren aan de MMIP's, MJP's, NWA routes is op basis van *expert judgement* gescoord. De bijdrage wordt gewaardeerd aan de hand van dezelfde waarderingsschaal:

- **0= niet van toepassing**. Dat wil zeggen dat een actor niet betrokken is bij activiteiten in het kader van een MMIP, MJP of NWA route.
- **1= potentieel van toepassing**. Dat wil zeggen dat op basis van de ambities, doelen en onderliggende activiteiten er in potentie betrokkenheid mogelijk is in de toekomst, maar dat deze a) niet expliciet is aangegeven en b) ook niet op korte termijn te verwachten is en daardoor onzeker is. Een voorbeeld is een actor die op basis een strategische heroriëntatie of technologische/marktontwikkeling een nieuw domein/toepassingsgebied betreedt, denk aan Demcon dat van toeleverancier voor beademingsapparaten, nu volledige beademingsapparaten levert, of een onverwachte toepassingsmogelijkheid van quantum voor de landbouw of gezondheid.
- **2= evidente betrokkenheid**, maar deze is niet expliciet of impliciet benoemd in de beschrijving van het MMIP, MJP of NWA route. Dat wil zeggen dat op basis van de beschrijving blijkt dat de ambities, doelen en onderliggende activiteiten van de actor bijdragen aan een MMIP, MJP of NWA route, maar dat deze bijdrage niet expliciet is benoemd. Een voorbeeld zijn de MJP-voorstellen waarin het ecosysteem met belangrijke actoren zijn beschreven, maar hun concrete bijdrage en commitment is niet gespecificeerd.
- **3= expliciete betrokkenheid**. Dat wil zeggen dat er in de beschrijving de betrokkenheid van de actor aan een MMIP, MJP of NWA route is benoemd. Een voorbeeld hiervan zijn penvoerders en uitvoerders van deelprogramma's, projecten of activiteiten, denk aan de coördinerende rol (penvoerder) van het Dutch Optics Center – een initiatief van TNO en de TU Delft – van het MJP21 'Photonics for Society' of de boegbeelden van NWA routes, zoals het NWO NIOZ instituut van NWA route 'De Blauwe route'.

In de kruistabel zijn de waarderingsscores grafisch weergeven met de kleuren: wit (0), blauw (1), oranje (2) en groen (3). Daarnaast is per actor en betrokkenheid bij een MMIP, MJP of NWA route, indien bekend, de gecommitteerde of voorgenomen budgetten opgenomen (in totaal voor de looptijd van het programma).

3: Validatie
De kwaliteit en betrouwbaarheid van de waardering is in twee stappen geborgd: intersubjectieve overeenstemming tussen de experts en validatie met domein experts binnen TNO. De intersubjectieve overeenstemming tussen de experts heeft als doel om de inhoudelijke kwaliteit en consistentie van de aanpak te borgen. Hiervoor zijn sessies tussen de betrokken experts georganiseerd om gelegde relaties te bespreken om tot een eenduidige interpretatie te komen en indien nodig de waardering aan te passen.

3.3.1.2 Presentatie resultaten

Om de resultaten in het rapport te kunnen presenteren zijn op basis van de beschreven scoping in paragraaf 3.2 de relevante programma's geselecteerd. Op basis hiervan konden de volgende visualisaties worden gemaakt:

- Een overzicht van de type actoren betrokken bij het onderwerp relevant voor het voorstel
- De verdeling van de actoren binnen het onderzoek en innovatiesysteem
- Overzicht van de dominante actoren bij de kernprogramma's
- Overzicht van de dominante actoren bij de complementaire programma's

Het overzicht van de dominante actoren is als volgt berekend. Er is een optelsom gemaakt door de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie - 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de programma's die behoren tot de kern of complementaire programma's van het voorstel. De maximale score die kan worden behaald verschilt per voorstel. Dit is te verklaren doordat het aantal programma's die zijn meegenomen in de scoping van de kern of complementaire programma's. Bijvoorbeeld FoodSwitch heeft 15 programma's meegenomen in de kern terwijl er bij Quantum drie programma's onderdeel zijn van de kern. Dit verklaart ook waarom de actoren van FoodSwitch een hoge mate van betrokkenheid (26) hebben vergeleken met Quantum (6).

3.3.2 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven

De figuur type initiatieven in het onderzoek en innovatie ecosysteem in Nederland is gebaseerd op data uit de initiatieven database van de Landschapsanalyse. Hieronder staat beschreven hoe de initiatieven database is opgesteld.

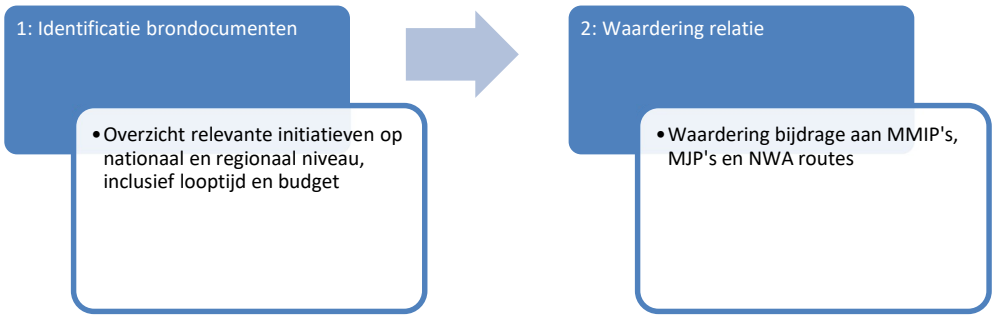
3.3.2.1 Scoping initiatieven database

De relevante nationale en regionale initiatieven zijn verbonden met de uitdagingen, ambities en doelen die met het thematische wetenschaps- en innovatiebeleid worden geadresseerd. Door het mappen van deze initiatieven wordt inzichtelijk welke initiatieven dezelfde/gerelateerde doelen nastreven en een bijdrage (kunnen) leveren aan het realiseren van de geformuleerde ambities en doelen onder het KIC en NWA. Daarnaast helpt de scoping om witte vlekken en opties voor synergie in kaart te brengen doordat het type initiatief (agenda's, PPS, innovatieprogramma's en infrastructuur) en het niveau (lokaal, regionaal, nationaal) in kaart wordt gebracht. Het gaat om de onderstaande typen van initiatieven:

- *Agenda's en beleidsstrategieën*, gericht op een specifieke (deel)uitdaging, technologie of wetenschappelijke doorbraak. Deze agenda's adresseren focusgebieden, zoals bijvoorbeeld de het NWO sectorplannen, Deltaprogramma, nationale agenda fotonica, regionale innovatie/energie specialisatiestrategieën (RIS/RES), sectorale roadmaps, zoals die van de topsector HTSM, etc.
- *Publiek-private samenwerkingen (PPS) op het gebied van kennis en innovatie*, die zich richten op de ontwikkeling van een specifieke technologie of toepassing. Voorbeelden zijn RegmedXB en de Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI). PPS-en kunnen onderdeel zijn van een nationale agenda of strategie, zoals de nationale en regionale fieldlabs van de nationale actieagenda Smart Industry.
- *Innovatieprogramma's*, gericht op een specifieke uitdaging. Een voorbeeld is het Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK), het regionale innovatieprogramma Energie & Klimaat van de provincie Zuid-Holland of het programma Circulaire Economie van Amsterdam.

- *Campussen en science parken*, waar onderzoek en innovatieactiviteiten worden uitgevoerd. Een voorbeeld is de Brainport Industries Campus waar de hightech maakindustrie samenwerkt of de Novio Tech Campus in Nijmegen.
- *Kennis- en innovatienetwerken*, die zich richten op het delen en opbouwen van kennis over een specifieke technologie. Voorbeeld zijn het Nederlands Membraamgenootschap (NMG), het Netwerk Procesintensificatie (PIN NL) of het H2 Platform dat organisaties en bedrijven die zich bezighouden met waterstof en de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat en Economische Zaken & Klimaat samenbrengt.
- *Onderzoeks- en kennisprogramma's*, gericht op een specifiek wetenschappelijk domein of specifieke uitdaging. Een voorbeeld zijn de NWO Zwaartekracht onderzoeksprogramma's of het Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling (NKB).
- *Virtuele en fysieke kennisinfrastructuur*, zoals laboratoria en meet- en testfaciliteiten voor onderzoek en innovatie. Een voorbeeld hiervan zijn instituten van NWO en de KNAW, maar ook de Joint Innovation Centers van TNO, en de infrastructuur opgenomen in de Nationale Roadmap Grootschalige Wetenschappelijke Infrastructuur.

Voor de scoping van deze initiatieven is een aanpak gevolgd bestaande uit drie activiteiten. De afzonderlijke activiteiten worden hieronder weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2. Activiteiten scoping nationale en regionale initiatieven

1: Identificatie brondocumenten
Met deskresearch is een longlist opgesteld van relevante brondocumenten. Startpunt voor het maken van de longlist zijn allereerst de beleidsdocumenten en publicaties van het KIC en de NWA waarin al een groot aantal bestaande of voorgenomen nieuwe initiatieven zijn opgenomen. Deze lijst wordt verder aangevuld door voor specifieke uitdagingen en technologieën relevante initiatieven op nationaal en regionaal te identificeren. Ook worden overzichten en publicaties over bijvoorbeeld onderzoeks- en innovatie-PPS-en en roadmaps verzameld en toegevoegd aan de longlist. De initiatieven op de longlist worden vervolgens ingedeeld naar type en indien beschikbaar de looptijd en toegekende budgetten toegevoegd.

2: Waardering bijdrage
De (potentiële) bijdrage van de nationale en regionale initiatieven aan de MMIP's, MJP's, NWA routes wordt op basis van *expert judgement* gescoord. Analoog aan stap 1 (inhoudelijk thematische samenhang) wordt de (potentiële) bijdrage gewaardeerd vanuit *aanbodperspectief* en mate waarin deze aannemelijk is. De bijdrage wordt gewaardeerd aan de hand van de onderstaande waarderingsschaal:

- **0= niet van toepassing**. Dat wil zeggen dat op basis van de ambities, doelen en onderliggende activiteiten er geen bijdrage is.
- **1= potentieel van toepassing**. Dat wil zeggen dat op basis van de ambities, doelen en onderliggende activiteiten er in potentie een bijdrage mogelijk is in de toekomst, maar dat deze a) niet expliciet is aangegeven en b) ook niet op korte termijn te verwachten is en daardoor onzeker is. Een voorbeeld is de Nationale Agenda Quantum of AI (brede toepassing, maar nog ver weg en toepassingen zijn nog niet duidelijk), maar waarvan op basis van de beschreven ambitie, activiteiten en of indicatie over toepassingen in potentie een bijdrage aannemelijk is.
- **2= evidente bijdrage**, maar deze is niet expliciet benoemd in de beschrijving van het initiatief. Dat wil zeggen dat op basis van de beschrijving blijkt dat de ambities, doelen en onderliggende activiteiten van het initiatief bijdragen aan een MMIP, MJP of NWA route, maar dat deze bijdrage niet expliciet is benoemd. Een voorbeeld het Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK) dat met haar onderzoek en oplossingen bijdraagt aan MMIP F1 ‘Verduurzamen en kostenbeheersing uitvoeringsprojecten waterbeheer’ en MMIP F2 ‘Aanpassen aan versnelde zeespiegelstijging en toenemende weersextremen’.
- **3= expliciete bijdrage**. Dat wil zeggen dat er in de beschrijving de bijdrage van het initiatief aan een MMIP, MJP of NWA route is benoemd. Een voorbeeld hiervan is de bijdrage van PPS-en RegMed XB en Oncode aan MMIP ‘Missie III: Mensen met chronische ziekten doen meer mee’.

In de kruistabel worden de waarderingsscores grafisch weergeven met de kleuren: wit (0), blauw (1), oranje (2) en groen (3).

3.3.2.2 Presentatie resultaten

Om de resultaten in het rapport te kunnen presenteren zijn op basis van de beschreven scoping in paragraaf 3.2 de relevante programma’s geselecteerd. In de database is aangegeven op welk niveau een initiatief actief is: lokale, regionale, nationale, EU, EU lidstaten of internationale initiatieven. Op basis hiervan kon de visualisatie “kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven” worden gemaakt.

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling

4.1 Doel van deze analyse

In deze stap schatten we de potentiële impact van Groeifondsvoorstellen op het verdienvermogen in, door te kijken naar welke bedrijfstakken/sectoren in Nederland betrokken (kunnen) zijn vanuit productie en toepassing. Als proxy voor het verdienvermogen analyseren we daartoe de economische omvang (toegevoegde waarde) en ontwikkeling (arbeidsproductiviteitsgroei en groei van toegevoegde waarde) van sectoren.

4.2 Scoping

Voor ieder Groeifondsvoorstel selecteren we daartoe in de scopingsfase welke van de ongeveer 40 bedrijfstakken in de analysedatabase (die bedrijfstakken/sectoren op het 2-digit niveau van de Standaard Bedrijfs Indeling 2008 bevat) betrokken (kunnen) zijn vanuit productie of toepassing. De beschrijving in de verschillende Groeifondsvoorstellen, meegeleverde achtergronddocumentatie, externe bronnen en expert judgement van TNO-onderzoekers vormden de basis voor de selectie van betrokken sectoren in productie of toepassing.

4.3 Hoe komen we tot resultaten

Voor de economische analyse van voor de Groeifondsvoorstellen relevante sectoren maken we gebruik van de analysedatabase die door TNO is ontwikkeld voor de Portfolio-analyse (2017),[4] en is geüpdatet ten behoeve van de Landschapsanalyse (2020-2021). In deze analysedatabase zijn sectorgegevens uit de macro-economische statistieken van het CBS en Eurostat door TNO gecombineerd.

De analyse van het ‘Verdienvermogen’ van sectoren (stap II.2.b) berust op drie indicatoren:

- De omvang van toegevoegde waarde in 2019 in miljoen euro (de absolute bbp-bijdrage van sectoren)
- De gemiddelde jaarlijkse (reële[5]) groei van toegevoegde waarde in de periode 2013-2019
- De gemiddelde jaarlijkse (reële) arbeidsproductiviteitsgroei in de periode 2013-2019.

De brondata voor deze indicatoren is afkomstig uit de Nationale Rekeningen en Arbeidsrekeningen van het CBS. Arbeidsproductiviteit is een maatstaf voor de efficiëntie van economische productie. Arbeidsproductiviteit wordt verkregen door de bruto toegevoegde waarde van bedrijfstakken te delen door het arbeidsvolume van het totaal aantal werkzame personen (werknemers plus zelfstandigen; in arbeidsjaren, oftewel voltijdsequivalenten). Simpeler gezegd betreft de

[4] TNO (2017). *Portfolioanalyse: kansrijke innovatieopgaven voor Nederland. Fundament voor het maken van keuzes*. TNO-rapport TNO 2017 R10266.
[5] De voor inflatie gecorrigeerde groei, berekend op toegevoegde waarde in constante prijzen van het jaar 2015.

arbeidsproductiviteit de toegevoegde waarde die wordt voortgebracht per gewerkt uur van een voltijdsbaan.

Arbeidsproductiviteit is een belangrijke economische indicator: een groeiende arbeidsproductiviteit verhoogt de welvaart van een land (of regio) en de winstgevendheid van ondernemingen. Arbeidsproductiviteit en de ontwikkeling hiervan is een belangrijke maatstaf voor de (internationale) concurrentiekracht en bepalend voor het tempo van economische groei. De arbeidsproductiviteit kan bijvoorbeeld worden verhoogd door meer of ‘slimmer’ gebruik te maken van machines, geautomatiseerde processen of nieuwe technologie. Sommige beroepen, zoals kappers en andere persoonlijke dienstverlening, zijn van nature arbeidsintensief en lastig te automatiseren of te mechaniseren. Dit verklaart voor een belangrijk deel de (soms grote) verschillen in arbeidsproductiviteit(sgroei) tussen bedrijfstakken. Voor de analyse kijken we terug in de tijd - de aanname is dat dit oom iets zegt over toekomstige ontwikkelingen in de bijbehorende sectoren.

5 Toepasbaarheid van de innovatie (Stap II.2.c)

5.1 Doel van deze analyse

Vervolgens wordt de toepasbaarheid van de onderzoeksresultaten van de respectievelijke voorstellen getoetst. Ook hier toetst TNO niet direct: onze analyse schetst een beeld van de sectoren die de kennis zouden kunnen toepassen, en geeft een indicatie van markten waar de kennis kan worden toegepast. Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten. Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan de onderzoeksdoelen van de MMIP's / MJP's / NWA-routes, kan met behulp van de LSA (zie Bijlage I) het volgende inzichtelijk worden gemaakt:

a) Voor welke maatschappelijke uitdagingen (MMIP's) / sleuteltechnologieën (MJP's) / onderzoeksvelden (NWA-routes) de resulterende kennis van het onderzoeksdoel relevant is.
b) Wat de omvang is van de huidige voorgenomen publieke en private financieringsstromen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Dit geeft een indicatie van het belang dat (private) partijen hechten aan het onderzoek.

5.2 Scoping

Voor ieder voorstel selecteren we daartoe in de scopingsfase welke thematische programma's uit de KIC / MJP's / NWA-routes kunnen worden gelinkt met het voorstel. Op basis van het voorstel hebben de TNO experts door middel van expert judgement de scope van de geselecteerde programma's in de database bepaald. Er is onderscheid gemaakt tussen twee verschillende type programma's: kernprogramma's en complementaire programma's. Kernprogramma's zijn programma's die belangrijk zijn om het onderwerp verder te ontwikkelen. De complementaire programma's zijn programma's die rand-voorwaardelijk zijn om de kernprogramma's mogelijk te maken. Deze indeling is gelijk aan die zoals toegepast voor de kennisvelden en sleuteltechnologieën in Hoofdstuk 2.

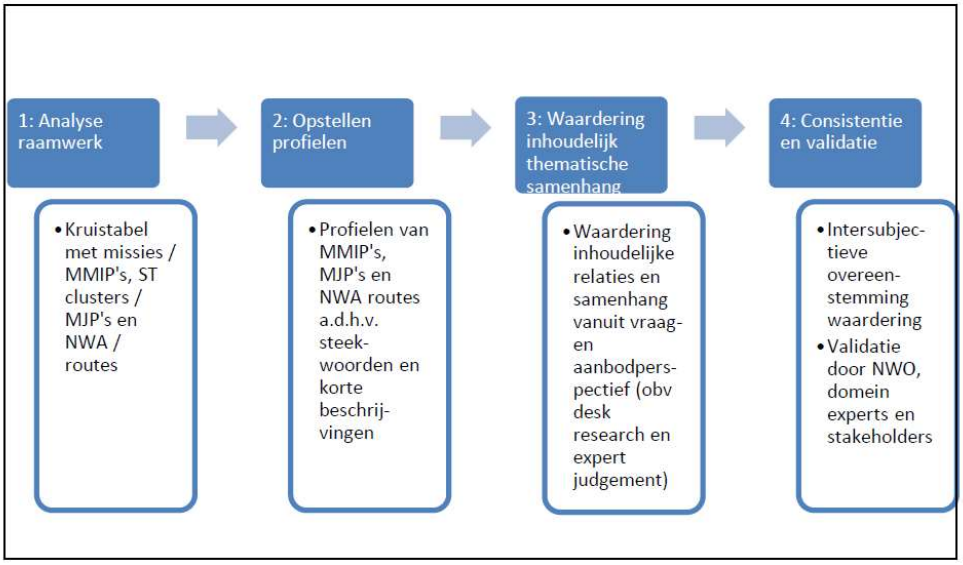
5.3 Hoe komen we tot resultaten

5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid

5.3.1.1 Scoping programma's in de database

Op basis van de scoping worden de programma's geselecteerd in de database. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van het 'aanbodperspectief'. Bij het aanbodperspectief gaat het om de (potentiële) *bijdrage van* NWA routes, MJP's of MMIP's en de daarin ontwikkelde wetenschappelijke doorbraken, (technologische) oplossingen of innovaties aan de ontwikkelingen, (technologische) oplossingen of innovaties in andere NWA routes, MJP's of MMIP's. Een voorbeeld is de bijdrage van MJP93 'Photovoltaic Technology' waarin gewerkt wordt aan hightech materialen, processen en systemen voor het tegen gehalveerde kosten vervaardigen van (geïntegreerde) PV met een hogere conversie efficiency en een langere levensduur, aan MMIP2 'Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving'.

Om op een systematische wijze de inhoudelijk thematische samenhang vanuit een vraag- en aanbodperspectief in kaart te brengen is de onderstaande aanpak gevolgd (zie Figuur 3), bestaande uit vier activiteiten.



Figuur 3 Activiteiten analyse inhoudelijk thematische samenhang

1: Analyse raamwerk
Er is een kruistabel opgesteld om de inhoudelijk thematische samenhang te analyseren. Er is voor gekozen om de inhoudelijk thematische samenhang in kaart te brengen op het abstractieniveau van programma's (MMIP's, de sleuteltechnologie clusters en MJP's en de NWA routes). Op deze manier is het mogelijk om niet alleen op het programmaniveau te samenhang in kaart te brengen, maar de samenhang ook te aggregeren naar een hoger niveau, zoals op missie- of themaniveau.

2: Opstellen profielen
Voor het analyseren van de inhoudelijk thematische samenhang hebben de TNO experts op basis van de beleidsdocumenten (KIA's, MJP's en NWA routes) per programma/route een kort profiel opgesteld op met steekwoorden en kernachtige beschrijvingen. Deze profielen zijn gebruikt als uitgangspunt voor de inhoudelijke waardering van de inhoudelijk thematische samenhang en dienen als borging voor een gelijke interpretatie van de voorstellen en het leggen van de (potentiële) relaties.

3: Waardering inhoudelijk thematische samenhang
De (potentiële) inhoudelijke thematische samenhang tussen MMIP's, MJP's, NWA routes is aan de hand van de profielen op basis van *expert judgement* gescoord. Het betreft een waardering van de (potentiële) samenhang zowel vanuit *vraag- als aanbodperspectief* en mate waarin van (potentiële) samenhang aannemelijk is. De mate van samenhang van de relaties wordt gewaardeerd aan de hand van de volgende waarderingsschaal:

- **0= niet van toepassing**. Dat wil zeggen dat op basis van de ambities, doelen en onderliggende activiteiten er geen inhoudelijk thematische samenhang is.
- **1= potentieel van toepassing**. Dat wil zeggen dat op basis van de ambities, doelen en onderliggende activiteiten er potentieel inhoudelijk thematische

samenhang mogelijk is in de toekomst (> 5 jaar), maar dat deze a) niet expliciet is aangegeven en b) ook niet op korte termijn te verwachten is. Een voorbeeld is dat in MMIP2 ‘Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving’ oplossingsroutes voor zonne-energie en windenergie zijn expliciet benoemd. Ook waterstof en andere duurzame energietechnologieën (geothermie, getijden, etc.) kunnen hier in de toekomst in potentie bijdragen aan het realiseren van het doel van het MMIP, waardoor er in potentiële inhoudelijke thematische samenhang verwacht kan worden vanuit NWA route ‘Energietransitie’ of MMIP8 ‘Maximale elektrificatie en radicaal vernieuwde processen’.

- **2= evidente samenhang**, maar deze is niet expliciet benoemd in de beschrijving. Dat wil zeggen dat op basis van de beschrijving blijkt dat er inhoudelijk thematische samenhang bestaat tussen initiatieven, maar dat deze samenhang/bijdrage niet expliciet is benoemd. Een voorbeeld is de inhoudelijke thematische samenhang tussen de MJP’s ST en de MMIP’s: deze voorstellen werden tegelijkertijd uitgewerkt, waardoor de (directe) samenhang/bijdrage vanuit de MJP’s aan de MMIP-doelen of specifieke innovatieopgave(s) destijds niet gelegd kon worden, zoals de bijdrage van MJP93 ‘Photovoltaic Technology’ aan MMIP2 ‘Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving’.
- **3= expliciete samenhang**. Dat wil zeggen dat de inhoudelijk thematische samenhang van een MMIP met een ander MMIP of een NWA route is benoemd. Een voorbeeld is de beschreven samenhang op het gebied van biobrandstoffen in MMIP6 ‘Sluiting van industriële ketens met de NWA Routes ‘Circulaire Economie’ en ‘Materialen’. In de kruistabel worden de waarderingsscores grafisch weergeven met de kleuren: wit (0), blauw (1), oranje (2) en groen (3).

4: Consistentie en validatie

De kwaliteit en betrouwbaarheid van de waardering is in twee stappen geborgd: intersubjectieve overeenstemming tussen de experts en validatie met domein experts. De intersubjectieve overeenstemming tussen de experts heeft als doel om de inhoudelijke kwaliteit en consistentie van de aanpak te borgen. Hiervoor zijn sessies tussen de betrokken experts georganiseerd om gelegde relaties te bespreken om tot een eenduidige interpretatie te komen en indien nodig de waardering aan te passen.

5.3.1.2 Presenteren resultaten

Op basis van de scoping worden de programma’s geselecteerd in de database. Vervolgens is voor elk van de programma’s twee soorten percentages berekend:

1. Bijdrage aan programma's in % (bestaande relaties) - Dit betekent dat xx% van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's nu al worden benut (groen)
2. Bijdrage aan programma's in % (potentieel) - Dit betekent dat xx% van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's potentieel kunnen worden benut (blauw)

Op basis van deze scores kan er een gemiddelde bijdrage van de kernprogramma’s en complementaire programma’s aan de thematische KIC, MJP’s en NWA-routes worden berekend. Deze scores zijn vervolgens gepresenteerd de tabel in de rapporten. De tabel in het rapport laat op verschillende manieren zien welke bijdrage een voorstel zou kunnen leveren ten aanzien van de doelstellingen die zijn geformuleerd het thematische beleid (oftewel: de thematische KIA’s - en meer in detail: de missies / MMIP’s, de NWA routes en de ST MJP’s).

De tabel presenteert deze bijdragen langs twee hoofdlijnen: i) de bijdragen die de kernprogramma's kunnen doen binnen het thematische beleid (kern rijen), en ii) de bijdrage die de complementaire programma's kunnen doen binnen het thematische beleid (complementaire rijen).

Daarnaast wordt er in de tabel een onderscheid gemaakt tussen bestaande relaties tussen relevante programma's en technologieën en het thematische KIC (groen), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's dat nu al wordt benut, en potentiële relaties tussen een voorstel en het thematische KIC (blauw), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's die in potentie kunnen worden benut. Bijvoorbeeld bij een percentage van 84% (blauw) bij het thema Gezondheid en zorg betekent dus dat de kern programma's van een voorstel de totale potentie hebben om bij te dragen aan 83% van alle programma's (MMIP's) binnen het thema Gezondheid en zorg. Tegelijkertijd betekent dit ook dat er verwacht wordt dat met 17% van deze programma's binnen het thema Gezondheid geen link gelegd kan worden tussen de betrokken programma's bij het voorstel en de programma's binnen het thema Gezondheid en zorg.

5.3.2 Omvang voorgenomen financieringsstromen

De financieringsstromen zijn op dezelfde wijze als de actoren zoals besproken in paragraaf 3.3 in kaart gebracht. Deze informatie over de financieringsstromen is gebaseerd op een analyse van de informatie zoals opgenomen in de MJP's. Opgemerkt dient te worden dat de figuren in de rapporten alleen de financieringsbronnen voor de sleuteltechnologieën weergeeft op basis van de informatie die is opgenomen in de MJP's. Voor het overige thematische onderzoek is geen informatie beschikbaar op een niveau van aggregatie die bruikbaar is voor deze analyse.

6 Groeipotentieel

6.1 Doel van de analyse

Vervolgens analyseren we het groeipotentieel aan de hand van het 'concurrentievermogen' en 'innovatievermogen' van relevante productie- of toepassingssectoren.

Het concurrentievermogen gaat over de positie van de Nederlandse bedrijfstakken ten opzichte van andere Europese landen – de EU15. Hoe hoger het concurrentievermogen van de bedrijfstakken, hoe groter de kans dat de bij het groeifondsvoorstel betrokken sectoren in staat zijn om de technologie en kennis (internationaal) te vermarkten. Het innovatievermogen van sectoren geeft een indicatie van hoe innovatief de sectoren zijn (aan de hand van indicatoren over start-ups, scale-ups en R&D-uitgaven). Wanneer het innovatief vermogen binnen sectoren laag is, dan zal het meer moeite kosten om de beoogde doorbraken en nieuwe toepassingen te realiseren.

6.2 Scoping

Voor ieder voorstel selecteren we daartoe in de scopingsfase welke van de ongeveer 40 bedrijfstakken in de analysedatabase (die bedrijfstakken/sectoren op het 2-digit niveau van de Standaard Bedrijfs Indeling (SBI)
2008 bevat) betrokken (kunnen) zijn vanuit productie of toepassing. Deze scoping is gelijk aan die van paragraaf 4.2.

6.3 Hoe komen we tot resultaten

6.3.1 Concurrentievermogen

In de evaluatie van groeifondsvoorstellen analyseren we het concurrentievermogen van relevante sectoren aan de hand van drie indicatoren:

- Het groeiverschil (toegevoegde waarde) van sectoren in Nederland vergeleken met het gemiddelde van de EU15;
- De specialisatie van Nederland ten opzichte van de EU15;
- De exportintensiteit van sectoren.

De brondata voor de analyse van de groei van toegevoegde waarde per sector in Nederland en de EU15 is afkomstig van Eurostat. Voor de EU15 is 2017 het meest recente jaar waarvoor data op het niveau van de ongeveer 40 bedrijfstakken in de LSA-analysedatabase beschikbaar is. Om die reden is de gemiddelde jaarlijkse groei in Nederland en de EU15 berekend over de periode 2013-2017. Het groeiverschil betreft het verschil in procentpunten tussen de gemiddelde jaarlijkse groei in Nederland minus de gemiddelde jaarlijkse groei in de EU15. Een waarde hoger dan nul betekent dan dat de toegevoegde waarde van de betreffende sector in Nederland sneller groeide, of dat eventuele krimp in Nederland minder is dan in de EU15.

De specialisatiegraad van Nederland ten opzichte van de EU15 is berekend op basis van Eurostatdata over de toegevoegde waarde in 2017 – het meest recente jaar met voldoende databeschikbaarheid voor de EU15. De specialisatie-index

geeft een relatieve oververtegenwoordiging van bedrijfstakken in Nederland weer en duidt daarmee op een sterke concurrentiepositie. De specialisatie-index wordt als volgt berekend:

$$\frac{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde Nederland}}{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde EU15}} \text{ x } 100$$

Een specialisatie-indexscore van 100 betekent dat het aandeel van een sector in de Nederlandse economie gelijk is aan het aandeel van diezelfde sector in de gezamenlijke economische omvang van de EU15. Wanneer een sector relatief groot is in Nederland (een indexscore groter dan 100), duidt dit op een oververtegenwoordiging ofwel een sterke positie in deze bedrijfsactiviteit. Omgekeerd drukt een specialisatiescore kleiner dan 100 ten opzichte van het EU15-gemiddelde een relatief beperkte vertegenwoordiging van een sector in Nederland uit.

De gedachte achter de specialisatie-index is dat een sectorale oververtegenwoordiging het resultaat is van kostenvoordelen en productiviteitsvoordelen die samenhangen met specifieke gunstige factoren in Nederland: comparatieve voordelen, zoals unieke kennis, kunde, productietechnologie, menselijk kapitaal, (internationale) bereikbaarheid, vertrouwen, etc. Dergelijke voordelen bepalen in belangrijke mate de concurrentiepositie van Nederland in specifieke bedrijfsactiviteiten.

De exportintensititeit van sectoren is berekend op basis van de Nationale Rekeningen (2019 data) van het CBS. Hiertoe is de exportwaarde van binnenlands geproduceerde goederen en diensten[6] gedeeld op de totale productiewaarde van de betreffende sector. Hiermee wordt een ratio verkregen van de exportwaarde in verhouding tot de totale productiewaarde. Dit is een proxy voor de internationale oriëntatie van een sector. Het geeft een gevoel over de relatieve omvang van export in verhouding tot de productieomvang een sector. Een hoge exportintensiteit betekent dat een sector relatief veel goederen en diensten op de internationale markt afzet. Dit is een indicatie van een gunstige internationale concurrentiepositie.

6.3.2 Innovatievermogen

De start-up intensiteit en scale-up intensiteit van bedrijven zijn, samen met de omvang van R&D-uitgaven, een indicatie van de ‘innovatiekracht’ van bedrijfstakken. Deze drie indicatoren zijn berekend op basis van data van het CBS.

R&D wordt door het CBS gedefinieerd als het creatief, systematisch en planmatig zoeken naar oplossingen voor praktische problemen. Ook het strategische en het fundamentele onderzoek, waarbij het verkrijgen van achtergrondkennis en het vergroten van de (puur) wetenschappelijke kennis voorop staat en niet het streven naar direct economisch voordeel of het oplossen van problemen, behoort tot R&D. Verder wordt het (uit)ontwikkelen (development) van ideeën of prototypes tot bruikbare processen en productierijpe producten tot R&D gerekend.

[6] Zie: De uitvoer van goederen en diensten naar herkomst [sector] (hyperlink vaan CBS data).

De R&D-intensiteit betreft de eigen R&D-uitgaven van bedrijven per sector in 2016[7], gedeeld door de toegevoegde waarde van de sector in hetzelfde jaar. Deze relatieve maatstaf maakt het vergelijken van R&D-uitgaven tussen sectoren beter vergelijkbaar. De hoogte van absolute R&D-uitgaven verschilt per sector. Het zwaartepunt van R&D-uitgaven ligt in de (hightech) maakindustrie.

De indicatoren start-up- en scale-up intensiteit berusten op CBS-cijfers over de bedrijvendynamiek, het aantal oprichtingen, opheffingen en (gemiddeld) aantal bedrijven per jaar. Om de start-up intensiteit te berekenen is allereerst het saldo tussen bedrijfsoprichtingen en -opheffingen bepaald. Daarmee is de netto toename van het aantal bedrijven per sector in 2019 verkregen. Cijfers over het aantal oprichtingen en opheffingen van bedrijven betreft een jaarstatistiek. Daarentegen worden de meest recente cijfers over het totaal aantal bedrijven per sector per kwartaal gepubliceerd. Het gemiddeld aantal bedrijven in 2019 is zodoende berekend als gemiddelde over de vier kwartalen. De start-up intensiteit is vervolgens berekend door de netto toename van het aantal bedrijven in 2019 te delen door het gemiddeld totaal aantal bedrijven per sector.

Bij de interpretatie van de start-up intensiteit dient rekening gehouden te worden met het gegeven dat zzp'ers in sommige sectoren (zoals Vervoer en opslag en Zorg en welzijn) het beeld vertroebelen. Vanuit innovatieprestaties geredeneerd is een startende zzp'er niet de meest zuivere indicator. In veel gevallen hebben zij niet de ambitie om als bedrijf door te groeien, maar is hun ondernemerschap een uiting van de flexibilisering van de arbeidsmarkt. Hierin is ook sprake van 'onvrijwillig' zzp-schap. Een dergelijk probleem speelt niet bij de scale-up intensiteit. Voor snelgroeiende bedrijven hanteert het CBS namelijk een drempelwaarde van minimaal tien werknemers op het eerste moment van meten. Snelle groei van deze bedrijven duidt dus eerder op een daadwerkelijke bedrijfsuitbreiding, waar innovatie een rol bij kan spelen.

Snelgroeiende bedrijven worden door het CBS gedefinieerd als bedrijven met een gemiddelde jaarlijkse groei van het aantal werknemers van 10% per jaar of meer, over een periode van 3 achtereenvolgende jaren. Dit betekent dat er over een periode van 3 jaar een totale groei van tenminste 33,1% moet worden behaald. Daarnaast moeten de bedrijven aan het begin van de groeiperiode minimaal 10 werknemers hebben en worden bedrijven die zijn opgericht in het startjaar van de groeiperiode niet meegeteld. Deze cijfers worden jaarlijks gepubliceerd.

De scale-up intensiteit is berekend door het aantal snelgroeiende bedrijven in 2019 te delen door het gemiddeld aantal bedrijven per sector in 2019. Dit aantal betreft, net als bij de start-up intensiteit, het gemiddelde over de vier kwartalen van 2019.

[7] Het laatste jaar waarvoor het CBS cijfers (hyperlink) beschikbaar heeft met een uitsplitsing naar economische sectoren. Deze statistiek is – om ons niet bekende redenen – stopgezet.

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel.

Voor EZK (directie I&K) werkt TNO aan een analyse van het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap: de zogenaamde Landschapsanalyse (LSA). De methodiek en de resultaten van deze analyse vormen de basis voor de informatie die TNO aanlevert aan de Stafdirectie Nationaal Groeifonds voor de beoordeling van de huidige 6 voorstellen door de Nationaal Groeifondscommissie.

In het kader van de LSA is een database gebouwd met 'bouwstenen' (feiten en cijfers) die inzichtelijk maken hoe het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap eruit ziet, en hoe dit landschap zich kan ontwikkelen. Het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap omvat sleuteltechnologieën (gevat in de zogenaamde Meerjaren programma's sleuteltechnologie (MJP's)), missie thema's (gevat in de zogenaamde Meerjaren Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's)) en wetenschappelijke programma's (gevat in de zogenaamde Nederlandse Wetenschappelijke Agenda (NWA-routes)). Daarnaast bevat deze database data uit andere databronnen, zoals die van CBS, CWTS, Eurostat en Elsevier. De LSA database omvat momenteel een zestal categorieën met onderliggende indicatoren. Tabel 2 geeft deze categorieën en de onderliggende indicatoren weer.

Voor de evaluatie van de groeifondsvoorstellen kan de LSA database worden ingezet om te evalueren hoe de voorstellen zijn 'verankerd' in het Nederlandse innovatiesysteem: in hoeverre deze kunnen bouwen op de capaciteiten van bestaande actoren en de relevante bestaande kenniskapitaalvoorraad; en in hoeverre de resultaten kunnen worden 'geabsorbeerd' door deze actoren. Dit geeft een indicatie van de potentie van de voorstellen - om tot resultaten te komen die kunnen worden toegepast in de economie, en/of om maatschappelijke uitdagingen te adresseren. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een reproduceerbare en herleidbare aanpak, die voor meerdere sectoren en technologieën (zoals beschreven in de voorstellen) ingezet kan worden.

Categorie 1 Thematische (nationale) agenda's • Bijdragen aan Missies (MMIP's) • Bijdragen aan NWA-routes • Bijdragen aan sleuteltechnologieën (MJP's) • Bouwen op Missies (MMIP's) • Bouwen op NWA-routes • Bouwen op sleuteltechnologieën (MJP's)	**Categorie 4 Initiatieven** • Bijdrage aan MJP's, MMIP's, NWA-routes – uitbreiding in 2021 • Betrokken initiatieven (naam initiatief) • Rol type initiatieven (PPS, innovatieprogramma's, agenda's en beleidsstrategieën, etc.) • Betrokkenheid initiatieven per regio
Categorie 2 Actoren • Dominante actoren (naam actoren) • Samenwerking actoren • Rol overheden • Rol type actoren (universiteiten, TO2, bedrijven, etc.)	**Categorie 5 Potentiële groei bedrijfstakken** • Verdienvermogen (o.a. groei TW bedrijfstakken, arbeidsproductiviteit) • Concurrentievermogen (o.a. specialisme) • Innovatievermogen (o.a. start-ups/scale-up intensiteit)
Categorie 3 Budgetten • Totaal budget • Budget per financieringsbron (PPS, ROM, privaat, EU, NWO, TO2, Universiteiten) • Allocatie private en publieke R&D-investeringen	**Categorie 6 Kennis- en technologiesterktes** • Kennissterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties) • Technologiesterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties)

Tabel 2: Categorieën van de LSA database.

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2021 R10518

AiNed - voorstel Groeifonds
Analyse van de strategische onderbouwing van het bbp-effect

Datum	18 maart 2021
Auteur(s)	Babette Bakker Thijmen van Bree Amber Geurts Govert Gijsbers Marcel de Heide Marissa Hoekstra Finn Speijer

Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	25
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	Programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds
Projectnummer	060.47859

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland 4
2.1 Inleiding 4
2.2 Aanpak 4
2.3 Resultaat 5

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen 10
3.1 Inleiding 10
3.2 Aanpak 10
3.3 Resultaten 10

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling 14
4.1 Inleiding 14
4.2 Aanpak 14
4.3 Resultaten 14
4.3.1 Actoren in het NL innovatielandschap 14
4.3.2 Bijdrage aan thematisch beleid 15
4.3.3 Omvang financieringsstromen 16

5 Groeipotentieel 19
5.1 Inleiding 19
5.2 Aanpak 19
5.3 Resultaten 19
5.3.1 Concurrentievermogen 19
5.3.2 Innovatievermogen 22

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel. 24

Bijlage II: Programma's 25

1 Inleiding

In de Miljoenennota 2020 heeft het kabinet een investeringsfonds aangekondigd dat als doel heeft het verdienvermogen van Nederland duurzaam te vergroten. Dit Nationaal Groeifonds vloeit voort uit de eind 2019 verschenen groeistrategie, waarin geconstateerd is dat er aanleiding is voor extra investeringen, van incidentele en niet-reguliere aard, om het verdienvermogen te versterken. Voor de periode 2021-2026 is in het Nationaal Groeifonds 20 miljard Euro beschikbaar.

In de Miljoenennota 2020 zijn drie terreinen geformuleerd die het meest kunnen bijdragen aan de productiviteitsgroei, en daarmee het verdienvermogen: (1) Kennisontwikkeling; (2) Research & development (R&D) en innovatie; en (3) Infrastructuur.

Voor R&D zijn nu 6 voorstellen geformuleerd die ter beoordeling voorliggen aan de onafhankelijke Beoordelingscommissie (vanaf nu: commissie). Er is een analysekader opgezet om de beoordeling structureren (uniform te doorlopen). De afdeling Strategic Analysis and Policy (SA&P) van TNO is door de commissie van het Nationaal Groeifonds gevraagd om ondersteunende informatie aan te leveren voor de beoordeling van de voorstellen. Specifiek gaat het daarbij om input die de commissie kan helpen bij het evalueren met enkele van de zogenaamde criteria van de strategische onderbouwing van het bbp-effect, die onderdeel vormen van het analysekader.

Dit rapport bevat de ondersteunende informatie voor het voorstel getiteld FoodSwitch. De methodologie die is toegepast om te komen tot deze informatie is weergegeven in een separaat methodologierapport.[1]

[1] Zie: TNO (2021). *Methodologierapport behorende bij het programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds*.

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland

2.1 Inleiding

In de context van het analysekader van de commissie worden de voorstellen getoetst op hun vermogen om bij te dragen aan bbp-groei. Het analysekader beschrijft dat als een evaluatie van de strategische onderbouwing van bbp-effect. Een criterium is de mate waarin Nederland comparatieve voordelen heeft ten opzichte van andere landen op het investeringsgebied van het voorstel. TNO probeert dit inzichtelijk te maken door te analyseren wat Nederland op het gebied van kennis en technologie 'al in huis heeft' op die respectievelijke investeringsgebieden.[2] Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van of Nederland comparatieve voordelen heeft op de gebieden waar de voorstellen aan refereren.

2.2 Aanpak

Voor elk van de voorstellen worden de kennis- en technologievelden waaraan het bijbehorende onderzoek refereert geïdentificeerd. De LSA database (zie Bijlage I) kan vervolgens inzicht geven in hoe goed Nederland is op de relevante kennisvelden en sleuteltechnologieën, gebaseerd op eerdere 'kennisoutput', met indicatoren als citatie-impactscore en onderzoeksspecialisatie-index. Dit geeft een indicatie van de comparatieve voordelen waarop in de context van een voorstel wordt gebouwd, en aan wordt bijgedragen.

De aanpak kent de volgende stappen:[3]

- Linken voorstel aan kennisvelden en sleuteltechnologieën, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse kennis- en technologiesterktes, en duiding van de resultaten.

[2] De LSA database (zie Kader 1) kan ook inzicht geven in concurrentievermogen, innovatievermogen en specialisatie van relevante bedrijfstakken, t.o.v. EU-15. Dit wordt al in stap II.2.b en II.2.d gedaan en zullen wij daarom hier niet nogmaals genoemd.

[3] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

Kader 1: Linken voorstellen.

Om de voorstellen te linken is het noodzakelijk om op basis van ‘expert judgement’ aan te geven:

- met welke kennisvelden (volgens CWTS indeling) het voorstel te linken is;
- met welke MMIP’s / MJP’s / NWA routes het voorstel een directe (kern) of indirecte (complementair) link heeft;
- en met welke sectoren/bedrijfstakken (op SBI-niveau) het voorstel te linken is.

Op die manier kunnen de verschillende bouwstenen (cijfers) uit de LSA database gelinkt worden aan een voorstel om de cijfers naar boven te halen.

Deze inschatting zal in eerste instantie gedaan worden door leden van het projectteam. Analyses gebaseerd op expert judgement zijn onderhevig aan individuele bias door de kennis waarover de experts beschikking hebben. Door de expert judgement te valideren met andere TNO-experts, kan zogenaamde ’intersubjectiviteit overeenkomst’ worden gecreëerd. Deze validatieslag draagt bij aan de ‘robuustheid’ van de analyse.

2.3 Resultaat

Figuur 1 toont een vergelijking van de kennisvelden die belangrijk zijn voor het bouwen van een sterke positie in AI, en geeft een vergelijking van de Nederlandse publicaties in deze velden met 20 referentielanden.[4] Voor een selectie van de relevante kennisvelden, zie Kader 2.

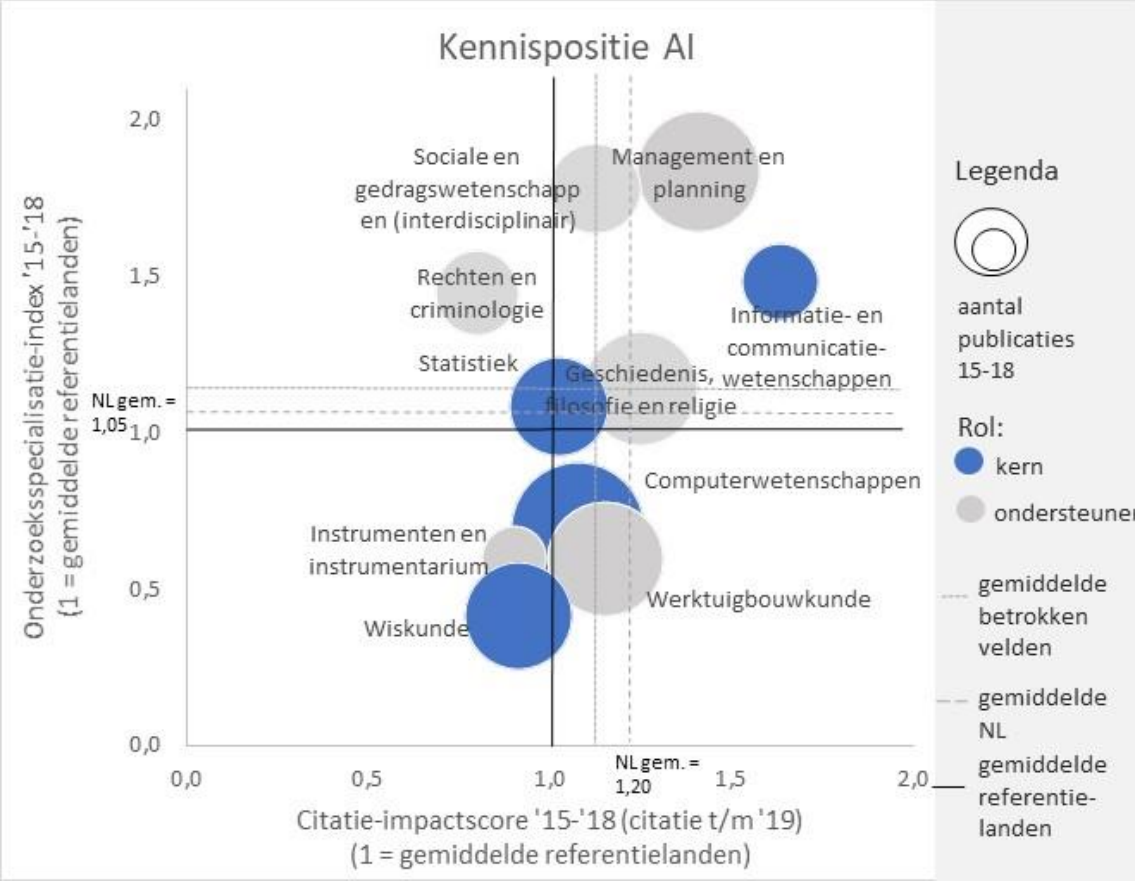
De omvang van een bol geeft de omvang in aantal publicaties in dezelfde periode weer. Hoe groter de omvang van deze bol, hoe meer publicaties er zijn uitgegeven.

Op de horizontale as van Figuur 1 is de citatie-impactscore uitgezet.[5] De citatie-impact geeft weer hoe vaak er door wetenschappelijke publicaties naar Nederlandse publicaties wordt verwezen. Hoe vaker er wordt gerefereerd, hoe hoger de wetenschappelijke impact. De citatie-impactindex vergelijkt de citatie-impact van Nederland met 20 referentielanden. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de kwaliteit van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe verder de bol naar rechts staat, hoe hoger de wetenschappelijke impact van Nederland in dit kennisveld ten opzichte van de referentielanden. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse citatie-impactscore van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde citatie-impactscore van de kennisvelden in Nederland die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 1 is de onderzoekspecialisatie uitgezet.[6] De onderzoekspecialisatie geeft de verdeling van Nederlandse publicaties over kennisvelden weer. Hoe meer publicaties in een kennisveld, hoe hoger dit aandeel. De onderzoeksspecialisatie-index vergelijkt deze onderzoeksspecialisatie met de onderzoeksspecialisatie van de referentielanden. Deze normalisering is nodig, omdat het belang van publiceren per kennisveld verschilt. De positie (projectie) van

[4] Australië, België, Canada, China, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Ierland, Italië, Japan, Noorwegen, Oostenrijk, Singapore, Spanje, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten, Zweden, Zuid-Korea en Zwitserland
[5] Cijfers over de periode 2015-2018.
[6] Cijfers over de periode 2015-2018.

een bol op de verticale as zegt iets over de omvang van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe hoger de bol staat op de verticale as, hoe groter het relatieve aandeel van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse onderzoekspecialisatie van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde onderzoekspecialisatie van de sectoren in Nederland die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 1 Kennispositie kennisvelden AI.

Bron: CWTS citatie index-systeem, gebaseerd op ruwe data Web of Science, bewerking Rathenau Instituut (figuur gemaakt door TNO), 2020.

In het selectieproces (zie Kader 2) zijn 4 kennisvelden met een kern-rol geïdentificeerd, en 6 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 36 kennisvelden.[7]

Artificiële Intelligentie heeft een sterke kennispositie wanneer wordt gekeken naar de onderzoekspecialisatie-index en citatie-impactscore op de kern-kennisvelden. Van alle Nederlandse publicaties worden publicaties in het kennisveld Informatie- en communicatiewetenschappen het meest geciteerd, wat duidt op een toonaangevende positie van Nederland op dit vlak. Nederland behoort hier samen met de Scandinavische landen tot de top. Hoewel het aantal publicaties in '15-'18 vergelijken met de periode '10-'13 met 45% is gestegen, is de citatie-impact in dezelfde periode gekrompen. In Wiskunde en Computerwetenschappen wordt

[7] Op basis van de classificatie van CWTS.

relatief minder gepubliceerd dan in andere referentielanden, maar in het kennisveld Statistiek is Nederland weer sterk gepositioneerd.

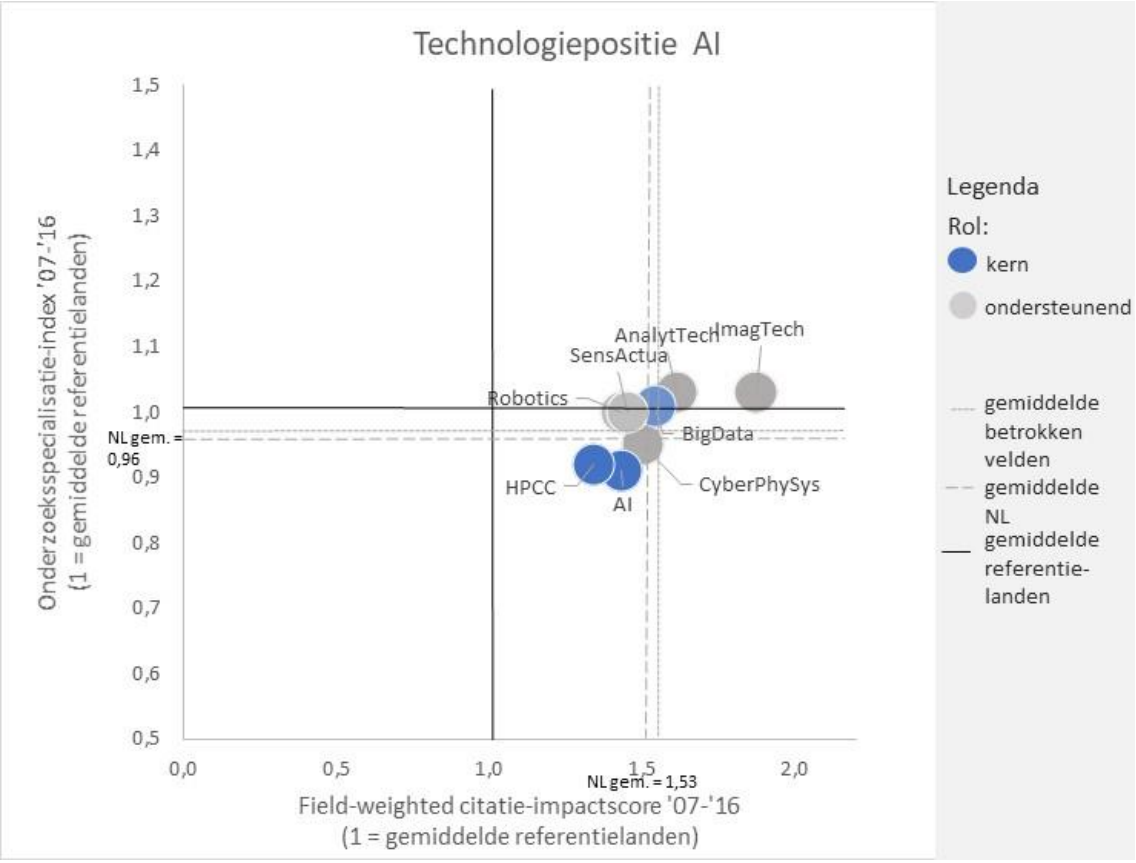
Wanneer specifiek wordt gekeken naar de kennisvelden relevant voor de bouwsteen mensgerichte AI, dan valt op dat Nederland erg actief is in de Sociale wetenschappen (bovengemiddelde onderzoeksspecialisatie-index) en dat de citatie-impactindex . Wel worden Nederlandse publicaties in Rechten en criminologie minder vaak geciteerd, wat een indicatie geeft van een minder hoge wetenschappelijke kwaliteit. Het onderzoek naar mensgerichte AI kan daarom minder goed bouwen op kennis uit het kennisveld Rechten[8] en meer op kennis uit de Sociale en gedragswetenschappen en Filosofie.

In de complementaire kennisvelden die bijdragen aan het realiseren van toepassingen is Nederland wisselend sterk. Voor onderzoek naar AI en besluitvorming ligt er een sterke basis in het veld Management en planning en in de Sociale en gedragswetenschappen; Nederland publiceert hier veel en de publicaties worden relatief vaak geciteerd. Daarentegen ontvangen Nederlandse publicaties in de kennisvelden Instrumenten en instrumentarium en Werktuigbouwkunde relatief minder citaties, wat duidt op een minder sterke kennispositie voor onderzoek naar autonome/robotsystemen.

Figuur 2 toont een vergelijking van belangrijke sleuteltechnologieën op basis van Nederlandse publicaties in vergelijking met de EU-28 landen.

De betekenis van de omvang van de bollen, en de positie (projectie) op de assen is gelijk aan die van Figuur 1.

[8] In niches binnen het veld Rechten kan dit anders zijn.



Figuur 2 Kennispositie sleuteltechnologieën AI.

Bron: Elsevier (2018) Kwantitatieve analyse van onderzoek en innovatie in sleuteltechnologieën in Nederland.

In het selectieproces (zie Kader 2) zijn weer 4 sleuteltechnologieën met een kern-rol geïdentificeerd, en 4 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 51 sleuteltechnologieën.[9]

Volgens de Elsevier analyse uit 2018 lijkt het aantal publicaties in AI achter te lopen, maar nieuwe data van Elsevier laten zien dat Nederlandse publicaties in AI een citatie-impactscore van 2,4 krijgen in 2019.[10] Dit is dus ver boven het gemiddelde van Nederlandse publicaties. Daarnaast laat Figuur 2 zien dat de kennispositie voor robotica/autonome systemen uitkomt op een gemiddelde; ten opzichte van andere Nederlandse kennisvelden presteert Nederland op de kennisvelden robotica en sensoren even hoog als andere EU-28 landen (gemeten in onderzoeksspecialisatie en citatie-impact). Dit geeft een iets positiever beeld dan Figuur 1 schetst.

[9] Op basis van de classificatie van Elsevier.
[10] Elsevier (2021). *Nederland in beeld: van AI-onderzoek naar maatschappelijke impact*.

Kader 2: Scope kennisvelden en sleuteltechnologieën.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de kennisvelden en sleuteltechnologieën die relevant zijn voor AI.

Selectie scope kennisvelden
Bij de selectie van kennisvelden wordt onderscheid gemaakt tussen een kern-rol en een ondersteunende rol. Een kennisveld speelt een kern-rol als in dit kennisveld onderzoek wordt gedaan wat zelfstandig tot doorbraken kan leiden in AI, zoals bijvoorbeeld Computerwetenschappen. Andere kennisvelden zoals Management en planning hebben een complementaire rol, omdat kennis over dit domein samengebracht moet worden met kennis over AI om te komen tot effectieve toepassingen in het domein.

Het onderzoeksvoorstel noemt drie bouwblokken die relevant zijn voor de selectie van kennisvelden: onderzoek en innovatie, datadelen en mensgerichte AI en daarnaast verschillende toepassingsdomeinen. In het bouwblok onderzoek en innovatie wordt verder geen onderscheid gemaakt in onderdelen van AI. Artificiële Intelligentie behoort in eerste instantie tot het kennisveld Informatie- en communicatiewetenschappen. Statistiek, Wiskunde en Computerwetenschappen zijn kennisvelden die kennis aandragen voor AI. Ook datadelen heeft een relatie met de Computerwetenschappen. In de bouwsteen mensgerichte AI wordt kennis over AI gecombineerd met ethische, wettelijke en sociale aspecten (ELSA). De kennisvelden Geschiedenis, filosofie en religie, Rechten en criminologie en Sociale en gedragswetenschappen nemen om die reden een ondersteunende rol in.

In de toepassingsdomeinen worden veel toepassingen die vragen om complementaire kennis. Om een selectie van kennisvelden te maken, wordt onderscheid gemaakt tussen Artificiële Intelligentie voor verbeterde besluitvorming en voor autonome systemen en robots. Voor besluitvorming met AI wordt kennis over AI gecombineerd met kennis uit het kennisveld Management en planning om te komen tot effectieve algoritmes. Voor autonome systemen is dit een combinatie van AI kennis met kennis uit de kennisvelden Instrumenten en instrumentarium (sensoren) en Werktuigbouwkunde. Daarnaast is domeinkennis van gebieden zoals landbouw, zorg of milieu essentieel voor effectieve toepassingen, maar omdat AI zo breed inzetbaar is, worden deze kennisvelden niet meegenomen in de analyse.

Selectie scope sleuteltechnologieën
Bij de selectie van sleuteltechnologieën wordt eenzelfde onderscheid gemaakt tussen een kern-rol en een ondersteunende rol, op basis van een gelijke redeneerlijn als bij de selectie van kennisvelden. Een sleuteltechnologie speelt een kern-rol als een sleuteltechnologie bijdraagt aan het realiseren van doorbraken in AI, zoals bijvoorbeeld AI of big data. Andere sleutel technologieën zoals cyber physical system hebben een complementaire rol, omdat kennis over deze technologieën samengebracht moet worden met kennis over AI om te komen tot effectieve toepassingen.

De belangrijkste technologieën zijn Artificiële Intelligentie en Big data en data analytics. De sleuteltechnologie High Performance Computing, Grid Computing and Cloud Technologies/Computing is essentieel bij de bouwsteen datadelen. Artificiële Intelligentie bouwt verder op technologieën die bijdragen aan het realiseren van effectieve toepassingen van AI. Daarbij moet gedacht worden aan Cyberphysical/embedded systems voor IoT applicaties, en Robotics en Sensors and actuators.

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen

3.1 Inleiding

Een tweede strategisch criterium dat wordt getoetst is of het voorstel een in Nederland aanwezig ecosysteem versterkt. Op basis van de aanwezige informatie in de LSA database (zie Bijlage I) schetst TNO daartoe een beeld van de bestaande ecosystemen die de kennis zouden kunnen toepassen, en de actoren die daar momenteel onderdeel van uitmaken. Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van het vermogen van de voorstellen om bestaande ecosystemen in Nederland te versterken.

3.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan sectoren waar die kennis kan worden toegepast, kan met behulp van informatie in de LSA-database (zie Bijlage I) inzichtelijk worden gemaakt hoe de productiviteit, als proxy voor verdienvermogen, zich in de afgelopen jaren hebben ontwikkeld in die sectoren in Nederland. TNO beschrijft dit verdienvermogen aan de hand van drie indicatoren: groei arbeidsproductiviteit, groei toegevoegde waarde, en omvang toegevoegde waarde.[11]

De aanpak kent de volgende stappen:[12]
- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau), en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse en duiding van de resultaten.

3.3 Resultaten

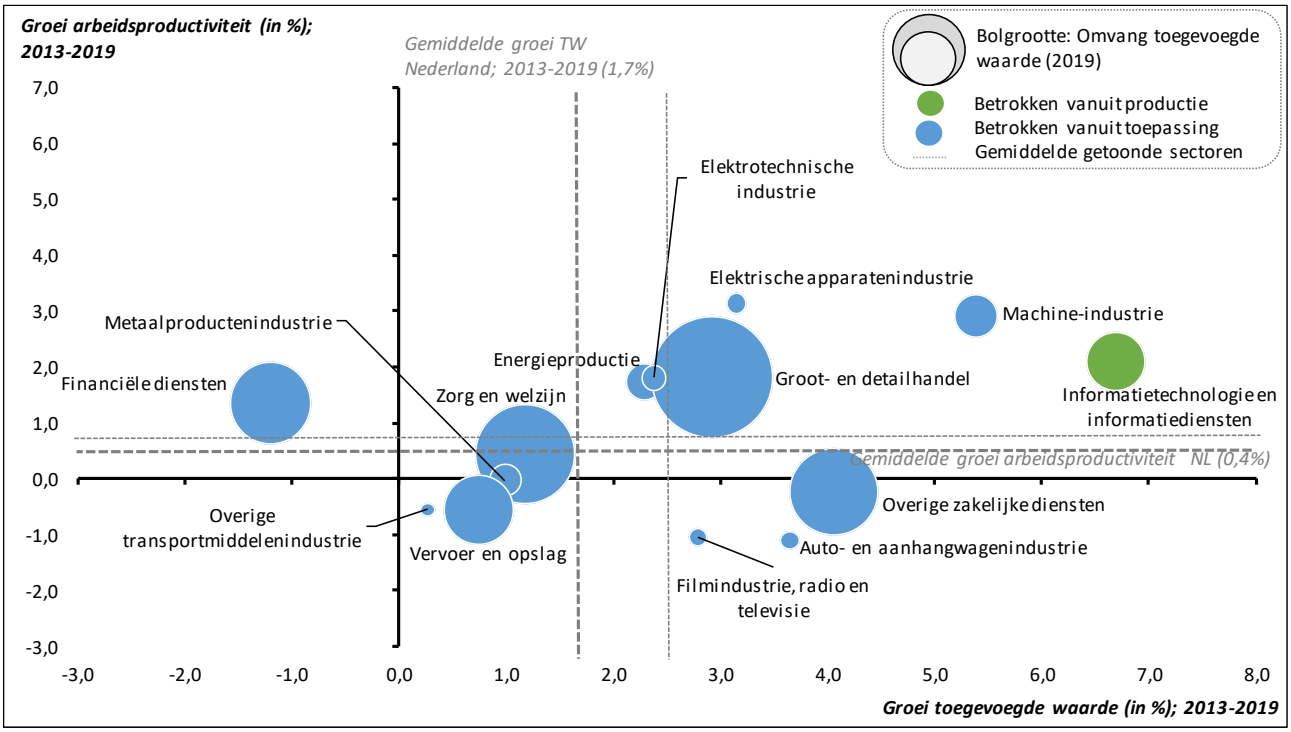
Figuur 3 toont voor sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van Artificiële Intelligentie de arbeidsproductiviteitsgroei en groei van toegevoegde waarde.[13] De grootte van de bollen duidt de omvang van de toegevoegde waarde (bbp-bijdrage).[14] Dit zegt iets over de relevantie van de sector voor de totale Nederlandse economie. Hoe groter deze bol, hoe omvangrijker het aandeel in de economie (de bbp-bijdrage).

Op de horizontale as van Figuur 3 is de groei van toegevoegde waarde (gemiddelde jaarlijkse groei in procenten over de periode 2013 - 2019) weergegeven. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de ontwikkeling van deze sector en de relevantie: hoe verder naar rechts, hoe belangrijker deze sector is geworden voor de Nederlandse economie in de

[11] Een vergelijking met de EU15 op enkele van deze indicatoren komt in hoofdstuk 5 aan bod, in de beschrijving van het concurrentievermogen van Nederland. Voor een vergelijking van de arbeidsproductiviteitsontwikkeling van Nederland in internationaal perspectief, verwijzen we naar het TNO-rapport “Groeisectoren in Nederland in internationaal perspectief (TNO-rapport 2020 R11529, zie ook: www.rijksoverheid.nl (hyperlink)).
[12] Deze stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.
[13] Cijfers over de periode 2013-2019.
[14] Cijfers voor 2019.

afgelopen jaren. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de toegevoegde waarde van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 3 is de groei van de arbeidsproductiviteit (gemiddelde jaarlijkse groei in procenten over de periode 2013 - 2019) uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as verticale as zegt iets over de ontwikkeling van de waarde die gemiddeld wordt gecreëerd per gewerkt uur, en daarmee over de ontwikkeling van het concurrentievermogen in een internationaal perspectief. Hoe verder naar boven op de as, hoe productiever en hoe concurrerender de bijbehorende sector is geworden in de afgelopen jaren. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de arbeidsproductiviteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 3: Verdienvermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie en toepassing van AI
Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).

AI heeft de potentie om breed te worden toegepast: in totaal zijn 14 van de ongeveer 40 bedrijfstakken (SBI-afbakening) die in analysedatabase de gehele economie vertegenwoordigen, geselecteerd (voor een overzicht van (het proces van) de selectie, zie Kader 3). Daarvan spelen een aantal sectoren een grote rol in de Nederlandse economie: Financiële en Overige zakelijke diensten, Zorg en welzijn, en Groot- en detailhandel behoren tot de top-5 grootste sectoren in de Nederlandse economie. Tezamen brachten deze 14 relevante sectoren voor het AI Groeifondsvoorstel in 2019 ruim 50 procent van het bbp voort.
Het feit dat de selectie van sectoren die betrokken (kunnen) zijn in de productie of toepassing van AI optelt tot meer dan de helft van de huidige economische omvang

van Nederland, maakt dat kunstmatige intelligentie – zoals benoemd in het voorstel – zich aandient als nieuwe *general purpose technology*. Dit houdt in dat vrijwel elke bedrijfsactiviteit de productiviteit en daarmee het groeitempo kan verhogen met de implementatie van deze technologie in het productieproces. Een goed voorbeeld van dit mechanisme is de opkomst van ICT, welke sinds de jaren negentig van de vorige eeuw als *general purpose technology* stuwend is geweest voor de (in retrospectief hoge) economische groei.[15]

AI kan een grote rol spelen in sectoren die in de periode 2013-2019 al tot de snelste groeiers in de Nederlandse economie behoorden: Informatietechnologie en informatiediensten, en Machine-industrie.

AI draagt tevens bij aan sectoren die een bovengemiddeld hoge productiviteitsgroei kennen: de Elektrische apparatenindustrie, Elektrotechnische industrie, Machine-industrie, en Informatietechnologie en informatiediensten. Deze sectoren herbergen prominente spelers in de hightech industrie en zijn als zodanig van belang in de Nederlandse kenniseconomie. De met AI gevoede ‘slimmere’ machines, apparaten, voertuigen, materialen en onderdelen die deze industrietakken produceren, dragen bij aan oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen, zoals duurzaamheid en gezondheid. Arbeidsproductiviteitsgroei is een stuwende kracht onder de groei van de toegevoegde waarde en dus de bbp-bijdrage van deze hightech industrietakken. Verdere toepassing van AI in hun eigen industriële processen kan de arbeidsproductiviteitsontwikkeling van deze sectoren mogelijk versterken. Hiermee verhogen zij hun concurrentievermogen.

[15] Met name in de periode 1995-2001, totdat de ‘internetzeepbel’ barstte, was er sprake van een hoogconjunctuur met uitzonderlijk hoge pieken in de bbp-groei van 5 tot 6 procent. Vergeleken met het gemiddelde groeitempo van 1,7 procent per jaar in de periode 2013-2019 (zoals weergegeven in Figuur 3) – en door het CPB als ‘normale groei’ aangeduid – ging de opkomst van ICT gepaard met uitzonderlijk hoge groei.

Kader 3: Scope sectoren.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de sectoren waar AI een rol kan spelen in de toepassing, en bij de 'productie'.

De selectie van toepassingssectoren is gebaseerd op een analyse van de meest relevante en recente bronnen die ook in het voorstel zijn benoemd.[16]

Bij de selectie is een 'conservatie afbakeningsstrategie' gehanteerd. In geval van twijfel of de importantie van een toepassingsgebied, bijvoorbeeld omdat slechts één bron hier melding van maakt, is de sector niet opgenomen in onze analysefiguren.

De selectie is beperkt tot 'commerciële sectoren'. Zowel in de ontwikkeling als toepassing van Artificiële Intelligentie spelen Researchinstellingen, Overheid (waaronder toepassing in het defensie- en veligheidsdomein) en (hoger) onderwijs tevens een belangrijke rol. Deze publieke dienstensectoren zijn echter instrumenteel voor alle inhoudelijke onderwerpen van de groeifondsvoorstellen die wij nu analyseren. De kennissterktes van researchinstellingen en universiteiten komen elders in ons rapport aan bod. Bovendien nemen de sectoren Research, Overheid en Onderwijs niet of nauwelijks deel aan het internationale handelsverkeer, waardoor de analyse van hun concurrentievermogen (zie hoofdstuk 5) minder relevant is.

Aangezien de ontwikkeling van Artificiële Intelligentie in de kern draait om algoritmes, dataverzameling, analyse en de implementatie hiervan in softwarematige processen, wordt de sector Informatietechnologie en informatiediensten beschouwd als primaire producent van AI. Om die reden is deze sector groen gekleurd in de figuren. Sectoren die AI technologie primair (kunnen) toepassen in hun productieprocessen of die applicaties gebaseerd op AI ontwikkelen, beschouwen we als toepassingssectoren. Deze sectoren hebben een blauwe kleur in de bollenfiguren van hoofdstuk 4 en hoofdstuk 6.

Bij de selectie van toepassingssectoren vormen de toepassingsdomeinen zoals genoemd in het Groeifondsvoorstel het uitgangspunt, maar ligt de nadruk zoals gezegd op commerciële sectoren, waardoor de domeinen Vrede, veiligheid en recht; Defensie en de Publieke sector in de analysefiguren niet expliciet aan bod komen. In commerciële sectoren gaat het dan hoofdzakelijk om toepassing van AI in de hightech industrie, optimalisatie in logistieke processen (Vervoer en opslag en Groot- en detailhandel) en processen binnen de Overige zakelijke diensten (zoals reisbemiddeling en beveiliging), gepersonaliseerde zorg, Financiële dienstverlening en het verzekeringswezen, Energieproductie en entertainment (Filmindustrie, radio en televisie).[17]

[16] Dit gaat om onderzoeksrapporten van o.a. PWC, McKinsey en Accenture (hyperlink).
[17] In het AINed voorstel wordt AI gepresenteerd als *general purpose* technologie. In de analyse van AI kiezen we voor de belangrijkste toepassingsgebieden, omdat bijna elke sector wel gebruik kan (gaan) maken van AI. We kiezen hier voor de grootste impact volgens de in dit kader genoemde bronnen. Volgens deze bronnen wordt agri / voedsel niet als een van de top toepassingsgebieden genoemd en dus niet meegenomen. Echter, in het Foodswitch groeifondsvoorstel – dat gaat om agri / voedsel – wordt AI wel expliciet benoemd als relevante technologische ontwikkeling (o.a. voor autonoom telen en oogsten). Daarom zal AI in dat voorstel wel worden meegenomen in de analyse van bedrijfstakken

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling

4.1 Inleiding

Een volgende stap in het analysekader is een toets op de potentiële impact van de onderzoeksresultaten op de productiviteit. TNO maakt geen directe inschatting van deze potentiële bijdrage van het onderzoeksvoorstel - het is niet mogelijk om dat objectief te doen. TNO beschrijft productiviteitsontwikkelingen in die sectoren waarin de kennis die voortkomt uit de voorstellen zou kunnen worden toegepast. De aanname is dat toepassing in sectoren die een sterke ontwikkeling in hun productiviteit kennen leidt tot additionele groei van de productiviteit van de Nederlandse economie.[18] Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de productiviteitsbijdrage van de individuele voorstellen.

4.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan de onderzoeksdoelen van de MMIP's / MJP's / NWA-routes,[19] kan met behulp van de LSA (zie Bijlage I) het volgende inzichtelijk worden gemaakt:

a) Welke actoren in het Nederlandse innovatielandschap nu al onderzoek doen (of willen doen) op het onderzoeksdoel van het voorstel. Als dat bijvoorbeeld vooral actoren zijn die fundamenteel onderzoek doen, dan is de afstand naar de markt waarschijnlijk nog groot.
b) Voor welke maatschappelijke uitdagingen (MMIP's) / sleuteltechnologieën (MJP's) / onderzoeksvelden (NWA-routes) de resulterende kennis van het onderzoeksdoel relevant is.
c) Wat de omvang is van de huidige voorgenomen publieke en private financieringsstromen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Dit geeft een indicatie van het belang dat (private) partijen hechten aan het onderzoek.

De aanpak kent de volgende stappen:[20]

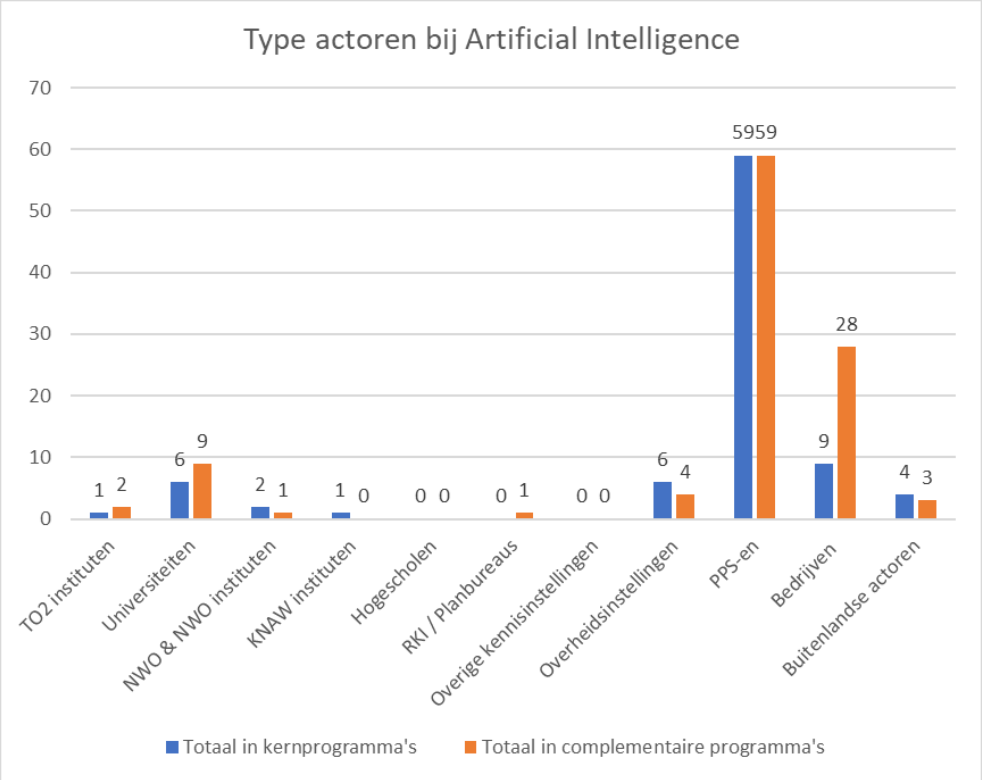
- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Uitvoeren analyse a) actoren, b) thematische samenhang, en c) financieringsstromen; en duiding van de resultaten.

4.3 Resultaten

4.3.1 Actoren in het NL innovatielandschap

Figuur 4 geeft een overzicht van de aantallen en de typen actoren die werken aan de toepasbaarheid van AI. Figuur 4 laat daarbij zowel de actoren zien die actief zijn binnen de AI 'kern' technologieën, alsmede de actoren die actief zijn binnen de AI 'complementaire' technologieën (zie Kader 4).

[18] Zie bijvoorbeeld: EZK (2020). *Visie op de toekomst van de industrie in Nederland (2020)*. www.rijksoverheid.nl.
[19] De MMIP's / MJP's / NWA-routes zijn de belangrijkste thematische programma's van het onderzoeks- en innovatiebeleid in Nederland. Zie ook Bijlage I voor een nadere uitleg.
[20] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.



Figuur 4: Aantal betrokken actoren bij Artificiële Intelligentie.

Figuur 4 laat zien dat ontwikkelingen binnen AI vooral worden gedragen door actoren actief in publiek-private samenwerkingen (PPS'en). Ook de betrokkenheid van bedrijven is relatief groot (37 bedrijven). Dit laat zien dat met name partijen en/of samenwerkingsverbanden die dicht bij de markt staan inzetten op de ontwikkeling van toepassingen van AI innovaties. Het onderzoek karakter van AI wordt benadrukt door actoren binnen universiteiten, NWO en TO2 instituten. Hogescholen en overige kennisinstellingen laten geen betrokkenheid zien bij AI programma. Interessant is ook dat overheidsinstellingen redelijk actief zijn in zowel kern- als complementaire technologieën van AI wat laat zien dat de publieke sector zich het belang van AI voldoende realiseert. Tenslotte: voor veel actoren in bovengenoemde categorieën kan gelden dat ze wellicht geen 'eigen' AI programma's opgezet hebben in het kader van de KIA's, MJP's of NWA-routes, maar wel een rol kunnen spelen in het grote aantal PPS'en dat inmiddels is opgezet.

4.3.2 *Bijdrage aan thematisch beleid*

Tabel 1 laat op verschillende manieren zien welke bijdrage AI zou kunnen leveren ten aanzien van de doelstellingen die zijn geformuleerd het thematische beleid (oftewel: de thematische KIA's (of: de missies / MMIP's), de NWA routes en de ST MJP's).

De tabel presenteert twee 'aanvliegroutes': i) de bijdragen die de AI kerntechnologieën kunnen doen binnen het thematische beleid (kern rijen), en ii) de bijdrage die de AI complementaire technologieën kunnen doen binnen het thematische beleid (complementaire rijen) (zie kader 5).

Daarnaast wordt er in Tabel 1 een onderscheid gemaakt tussen bestaande relaties tussen AI en het thematische KIC (groen), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's dat nu al wordt benut, en potentiele relaties tussen AI en het thematische KIC (blauw), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's die in potentie kunnen worden benut. Een percentage van bijvoorbeeld 85% (blauw) betekent dus dat de kern programma's van AI de totale potentie hebben om bij te dragen aan 85% van alle programma's (MMIP's) binnen het thema gezondheid en zorg. Tegelijkertijd betekent dit ook dat er verwacht wordt dat met 15% van deze programma's binnen het thema gezondheid en zorg geen link gelegd kan worden tussen de betrokken programma's bij AI en de programma's binnen het thema gezondheid en zorg.

Tabel 1 Bijdrage Artificiële Intelligentie aan de KIA's, NWA routes en MJP sleuteltechnologie programma's.

Bijdrage van AI aan KIA's, NWA routes en MJP's [%]		**Thema Energie en duurzaamheid**	**Thema landbouw, water, voedsel**	**Thema gezondheid en zorg**	**Thema veiligheid**	**MJP Sleutel-technologieën**	**NWA**
Kern	**Bestaande relatie**	**14%**	**1%**	**10%**	**9%**	**18%**	**19%**
	Potentie	**52%**	**44%**	**85%**	**75%**	**53%**	**57%**
Complementair	**Bestaande relatie**	**41%**	**6%**	**0%**	**8%**	**26%**	**32%**
	Potentie	**55%**	**40%**	**56%**	**48%**	**52%**	**58%**

Tabel 1 laat zien dat AI kerntechnologieën nog een beperkte relatie hebben met het thematische beleid (groen). De relaties zijn momenteel het sterkst met de NWA routes, het MJP Sleuteltechnologieën en het thema Energie en duurzaamheid. Daarnaast laat Tabel 1 zien dat AI kerntechnologieën veel potentie hebben om deze bijdrage aan het thematische beleid te versterken (blauwe rijen). Op termijn is er met name veel potentie voor de toepassing van AI kerntechnologieën binnen de missiethema's Gezondheid & Zorg (onderwerpen als gepersonaliseerde zorg), Veiligheid (bijvoorbeeld informatiegestuurd en genetwerkt optreden), en Energie & duurzaamheid (o.a. smart grids).

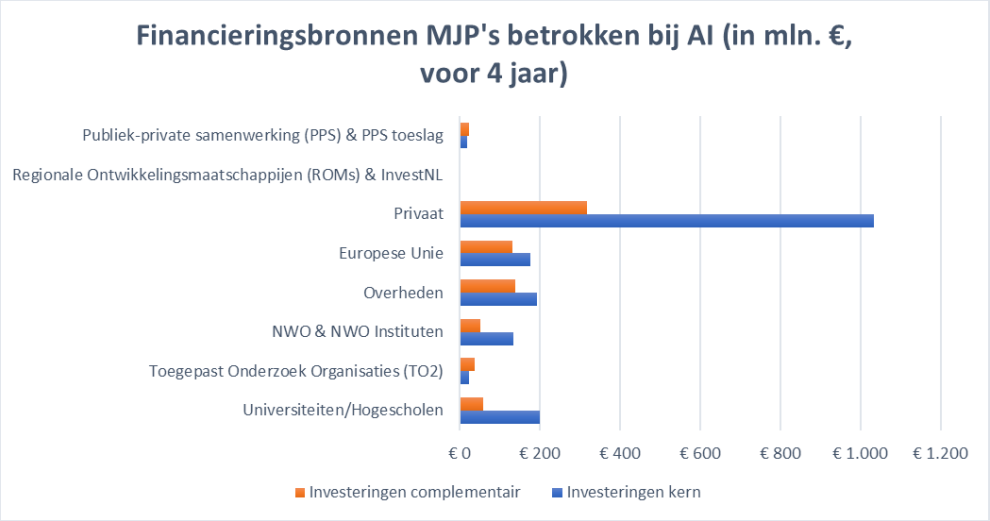
Tabel 1 laat verder zien dat AI complementaire technologieën al een sterkere relatie hebben tot het thematische KIC dan de AI kern technologieën. Dat beeld is consistent met de eerder observatie dat PPS'en en bedrijven belangrijke actoren zijn. Verder is de potentie om de AI complementaire technologieën toe te passen binnen het thematische beleid wederom hoog. Op termijn is er met name veel potentie voor de toepassing van AI complementaire technologieën binnen de missiethema's Gezondheid & Zorg, Energie & duurzaamheid en de NWA routes.

4.3.3 Omvang financieringsstromen

Figuur 5 toont de belangrijkste partijen die voornemens zijn in AI te investeren, en de bijbehorende voorgenomen omvang van hun financiering van onderzoek. Deze informatie is gebaseerd op een analyse van de informatie zoals opgenomen in de MJP's die refereren aan AI (zie Kader 4).[21] Op de verticale as zijn de verschillende

[21] Opgemerkt dient te worden dat Figuur 5 alleen de financieringsbronnen voor de sleuteltechnologieën weergeeft op basis van de informatie die is opgenomen in de MJP's. Voor het overige thematische onderzoek is geen informatie beschikbaar op een niveau van aggregatie die bruikbaar is voor deze analyse.

financieringsbronnen beschreven. De horizontale as geeft de bereidheid om te investeren in dit onderwerp weer, in miljoenen euro's per 4 jaar.



Figuur 5 Financieringsbronnen MJP's betrokken bij AI [mln. Euro's / 4 jaar].

Figuur 5 laat zien dat private partijen de hoofdrol spelen in de financiering van AI gerelateerde MJP's met een voorgenomen investering van ruim € 1,3 miljard (op een totaal van €9.356,39 miljoen voor 4 jaar aan voorgenomen financiering over alle MJP's), waarvan meer dan 1 miljard in de kerntechnologieën. Nederlandse overheden en de EU investeren ieder rond de € 350 miljoen. NWO, TO2 en wetenschappelijke spelers zijn in vergelijking wat kleinere spelers qua investeringsbereidheid. Opvallend is dat vrijwel alle actoren meer investeren in kern- dan in complementaire technologieën. En verder valt op dat PPS'en een geringe rol spelen in de financiering van AI. Dat doet (in combinatie met grote aantal PPS'en in de actoren figuur) het vermoeden rijzen dat een deel van de AI financiering door bedrijven via PPS'en verloopt.

Kader 4: Scope thematische programma's.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de programma's die betrokken zijn bij AI.

Er is onderscheid gemaakt tussen twee verschillende type programma's: kernprogramma's en complementaire programma's. Kernprogramma's zijn programma's die belangrijk zijn om het AI systeem goed te laten werken. De complementaire programma's zijn programma's die rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken.

Aangezien de ontwikkeling van Artificiële Intelligentie in de kern draait om algoritmes, dataverzameling, analyse en de implementatie hiervan in softwarematige processen en de nadruk in het voorstel op ketensamenwerking zijn de volgende kern programma's uit de database geselecteerd: MJP 45. Nederland Werkt in Slimme Ketens aan Artificiële Intelligentie (AI); MJP 44. Nationaal Artificiële Intelligentie (AI) Onderzoekscentrum; MJP 48. AI enabled Electronic Components & Systems addressing societal solutions; NWA route 'Waardecreatie door verantwoorde toegang tot en gebruik van Big Data'.

Geselecteerde complementaire programma's die rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken zijn: MJP 26. Systeemarchitectuur en Systeemintegratie*;
MJP 71. Meet- en Detectietechnologie; MJP 72. Evidence Based Sensing; MJP 55. Cybersecurity – Digitale Veiligheid en Privacy; MJP 20. Beyond 5G: Future Networks and Services.

5 Groeipotentieel

5.1 Inleiding

De volgende stap in de evaluatie van het voorstel is een toets op het groeipotentieel dat gecreëerd wordt met de onderzoeksresultaten van het voorstel. Omdat ook dit moeilijk objectief is in te schatten probeert TNO dit inzichtelijk te maken door een beeld te schetsen van het concurrentievermogen en het innovatievermogen van sectoren die de resultaten zouden kunnen toepassen. Het concurrentievermogen wordt hier geïllustreerd met andere indicatoren dan in Hoofdstuk 4, waar gekeken werd naar productiviteitsontwikkeling.

De aanname is dat als de kennis neerslaat in sectoren die innovatief en concurrerend zijn, dit leidt tot additionele toekomstige groei. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

5.2 Aanpak

LSA (zie Bijlage I) kan inzicht geven in hoe relevante bedrijfstakken (op basis van de SBI-classificatie) zich hebben ontwikkeld in de afgelopen jaren wat betreft concurrentievermogen (met indicatoren als exportintensiteit, toegevoegde waarde (specialisatie), groeiverschil van toegevoegde waarde met EU15) en innovatievermogen (met indicatoren als start-up intensiteit, scale-up intensiteit en R&D intensiteit).

De aanpak kent de volgende stappen:[22]

- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau) en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie **Error! Reference source not found.**).
- Analyse concurrentievermogen (inclusief benchmark met EU15 voor groeiverschil en omvang toegevoegde waarde) en innovatievermogen, en duiding van de resultaten.

5.3 Resultaten

5.3.1 Concurrentievermogen

Figuur 6 geeft een beeld van het concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn bij Artificiële Intelligentie vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) groeiverschil toegevoegde waarde ten opzichte van het EU15-gemiddelde; ii) specialisatie van Nederland t.o.v. de EU15; en iii) de export intensiteit.

De grootte van een bol geeft weer de exportintensiteit van de bijbehorende sector: het deel van de productiewaarde (omzet) dat wordt geëxporteerd (uitgedrukt als percentage). Hoe groter een bol, hoe relevanter buitenlandse afnemers zijn voor de actoren in de sector.

[22] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

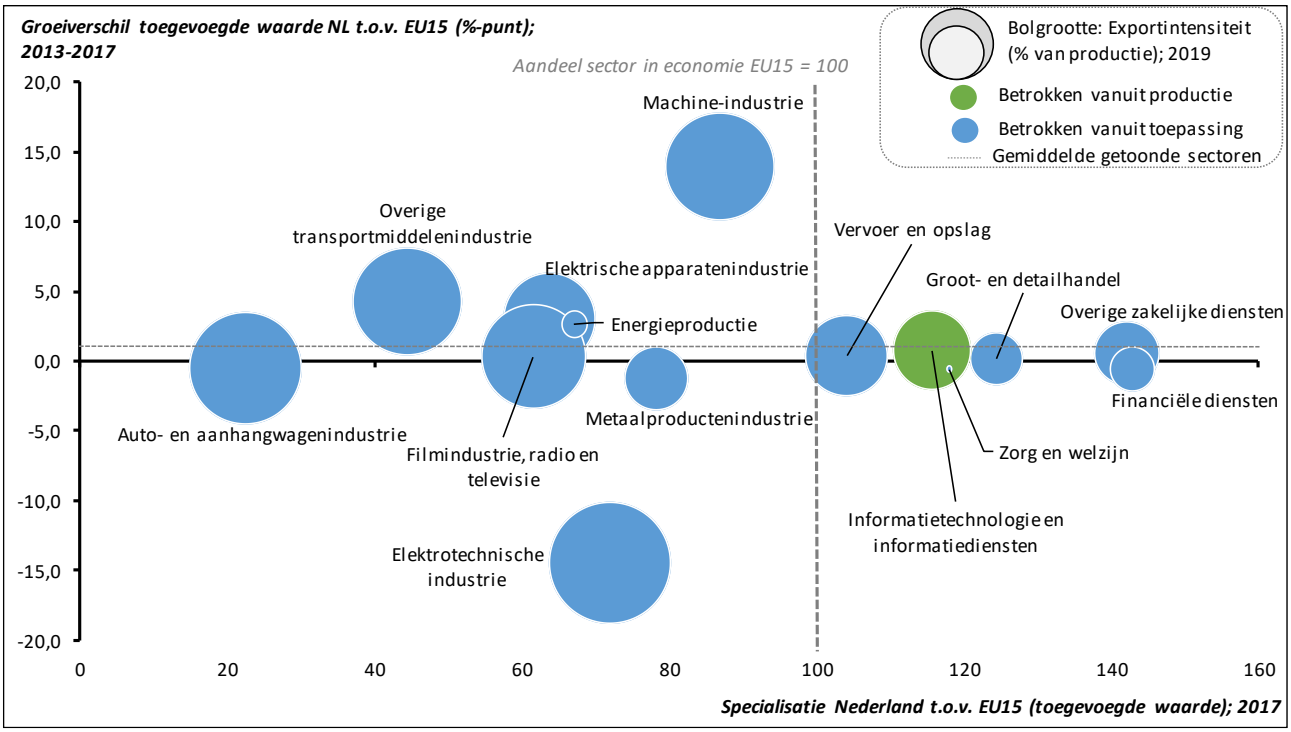
De horizontale as van Figuur 6 refereert aan de zogenaamde specialisatie-index. Deze wordt als volgt berekend:

$$\frac{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde Nederland}}{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde EU15}} \text{ x } 100.$$

De positie (projectie) van een bol op deze as geeft aan hoe het aandeel van de bijbehorende sector in de Nederlandse economie zich verhoudt tot het aandeel van dezelfde sector in de economie van de EU15. Een specialisatie-indexscore van 100 betekent dat het aandeel van een sector in de Nederlandse economie gelijk is aan het aandeel van diezelfde sector in de gezamenlijke economische omvang van de EU15. Wanneer een sector relatief groot is in Nederland (een indexscore groter dan 100), duidt dit op een oververtegenwoordiging ofwel een sterke positie in deze bedrijfsactiviteit. Omgekeerd drukt een specialisatiescore kleiner dan 100 ten opzichte van het EU15-gemiddelde een relatief beperkte vertegenwoordiging van een sector in Nederland uit.

De gedachte achter de specialisatie-index is dat een sectorale oververtegenwoordiging het resultaat is van kostenvoordelen en productiviteitsvoordelen die samenhangen met specifieke gunstige factoren in Nederland: comparatieve voordelen, zoals unieke kennis, kunde, productietechnologie, menselijk kapitaal, (internationale) bereikbaarheid, vertrouwen, etc. Dergelijke voordelen bepalen in belangrijke mate de concurrentiepositie van Nederland in specifieke bedrijfsactiviteiten.

Op de verticale as van Figuur 6 is het groeiverschil in toegevoegde waarde tussen Nederland en de EU-15 uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over hoe de bijbehorende Nederlandse sector zich ontwikkelt t.o.v. het gemiddelde van de sectoren in de EU-15. Hoe verder naar boven op de as, hoe sneller de groei in toegevoegde waarde t.o.v. sectorgenoten. in andere landen. Het groeiverschil tussen de Nederlandse economie en de EU15 was in de periode 2013-2017 nihil (0,0 procent): de economie van Nederland en de EU15 groeide gemiddeld per jaar in de periode 2013-2017 op een gelijk tempo. De horizontale as in Figuur 6 is derhalve het referentiepunt voor het gemiddelde groeiverschil tussen Nederland en de EU15. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft het gemiddelde groeiverschil van de Nederlandse sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel t.o.v. het bijbehorende EU-15 gemiddelde van dezelfde sectoren.



Figuur 6: Concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van AI.
Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).[23]

Zoals beschreven in Hoofdstuk 4 heeft AI de potentie om (als nieuwe *general purpose technology*) breed te worden toegepast: in totaal zijn 14 sectoren geïdentificeerd van de ongeveer 40 bedrijfstakken die in de analysedatabase tezamen de gehele economie vertegenwoordigen (voor een overzicht van (het proces van) de selectie, zie Kader 3). Voor bijna al deze geselecteerde sectoren maakt export een groot deel van hun omzet uit. Vooral de Elektrotechnische industrie, Auto- en aanhangwagenindustrie, Machine-industrie en Overige transportmiddelenindustrie zijn sterk export-gedreven. Zij behoren tot de sectoren met het grootste exportwaarde in verhouding tot hun totale productie.

Deze hightech industrietakken zullen AI zowel implementeren in 'slimme' eindproducten, en die dan afzetten vanuit hun positie in mondiale waardenetwerken, als implementeren in hun eigen productieprocessen. In het laatste geval kan AI bijdragen aan optimalisatie van productieprocessen, waardoor potentieel kostenvoordeel en productiviteitswinst behaald kan worden. Dit kan de concurrentiepositie van de Nederlandse industrie versterken – afhankelijk van de mate waarin Nederlandse bedrijven hier beter in slagen dan hun internationale concurrenten.

De meerderheid van de geselecteerde sectoren waar AI vanuit de toepassing een rol kan spelen, zijn ten opzichte van de EU15 niet oververtegenwoordigd in Nederland. Met andere woorden: zwaartepunten van de betreffende industrietakken

[23] Het groeiverschil van de Elektrotechnische industrie in Nederland is eigenlijk nog groter dan weergegeven in de figuur. Op basis van Eurostat cijfers in constante prijzen, blijkt de reële groei van de Elektrotechnische industrie in de EU15 in de periode 2013-2017 in de orde van 25 procent per jaar te liggen, tegenover 1,2 procent in Nederland.

liggen elders in Europa. Vanuit die optiek is het niet waarschijnlijk dat Nederlandse bedrijven met de (verdere) implementatie van AI hun concurrentiepositie op alle markten substantieel kunnen verbeteren. Elders kan men meer dan in Nederland leunen op schaalvoordelen in de productie van finale goederen zoals personenauto's. Op dergelijke markten ligt het niet voor de hand dat Nederland dankzij de toepassing van AI meer Original Equipment Manufacturers (OEMs) aantrekt.

De sectoren waar AI een rol kan spelen in Nederland kennen veelal eenzelfde of beter groeipad dan hun EU-15 'counterparts'. Sectoren die er op dit vlak uitspringen zijn de Machine-industrie, Overige transportmiddelenindustrie (waaronder scheepsbouw) en elektrische apparatenindustrie. Tezamen met de ruim vertegenwoordigde logistieke- (Groothandel en Vervoer en opslag), financiële- en overige zakelijke dienstensectoren, liggen hier wellicht de grootse aanknopingspunten voor het uitbouwen van de internationale concurrentiepositie op basis van (toepassing van) AI.

5.3.2 Innovatievermogen

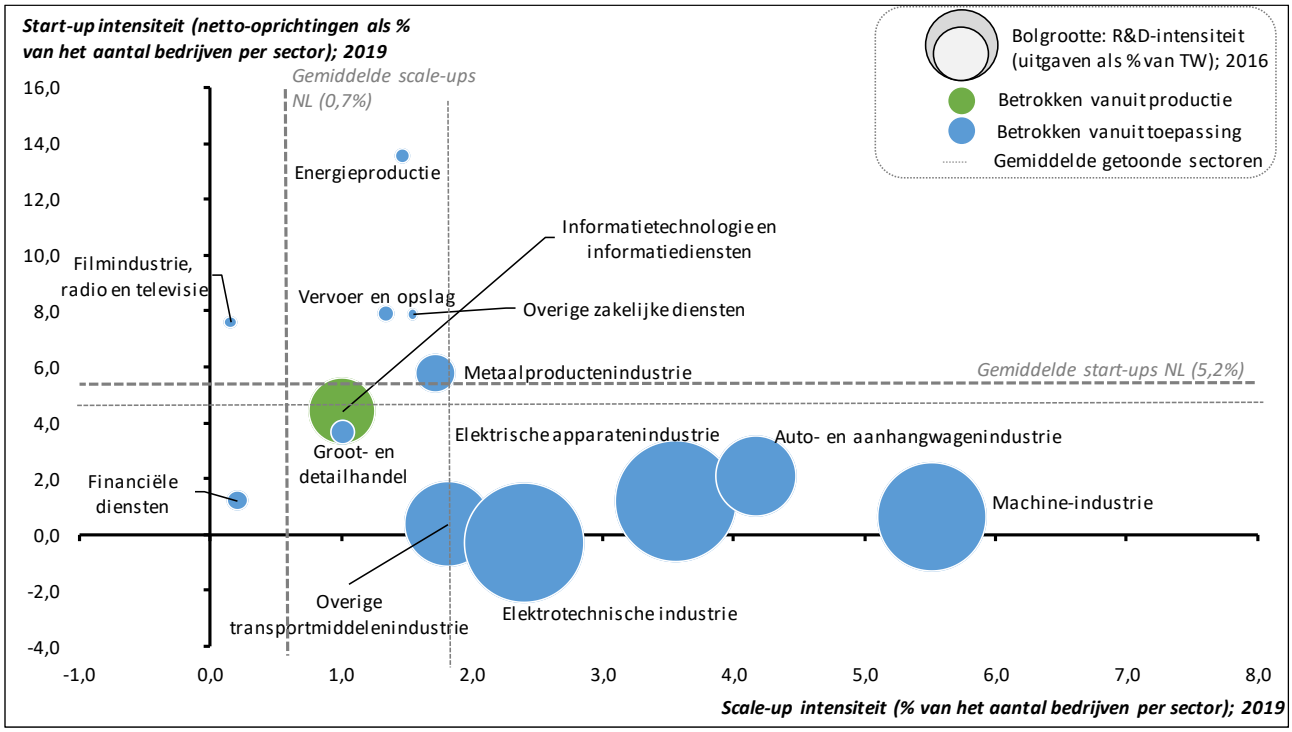
Figuur 7 geeft een beeld van het innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn bij Artificiële Intelligentie vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) start-up intensiteit; ii) scale-up intensiteit; en iii) R&D intensiteit.

De grootte van een bol geeft de R&D-intensiteit van een sector weer: de omvang van private R&D-uitgaven als percentage van de toegevoegde waarde van de bijbehorende sector.[24] Hoe groter een bol, hoe belangrijker (zelf ontwikkelde) kennis voor actoren in de sector.

Op de horizontale as van Figuur 7 is scale-up intensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[25] De positie (projectie) van een bol op de horizontale as refereert aan het aantal snelle groeiers (conform de CBS-definitie) als percentage van het gemiddeld aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe verder naar rechts, hoe meer 'vernieuwing' door 'doorgroeiers'. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde scale-up intensiteit in Nederland weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de scale-up intensiteit van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 7 is startupintensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[26] De positie (projectie) van een bol op de verticale refereert aan het netto aantal bedrijfsoprichtingen (het saldo van bedrijfsoprichtingen en opheffingen) uitgedrukt als percentage van het aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe hoger op de verticale as, hoe meer 'vernieuwing' door 'nieuwkomers'. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

[24] Cijfers van 2016 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[25] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[26] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).



Figuur 7: Innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van AI.[27]

Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).

AI draagt bij aan een aantal sectoren die al een hoge R&D intensiteit kennen: de Elektrische apparatenindustrie, Elektrotechnische industrie en Machine-industrie. Deze drie sectoren hebben de hoogste private R&D-uitgaven in Nederland.

Van de 14 geïdentificeerde sectoren[28] kennen de Machine-industrie, de Auto- en aanhangwagenindustrie, de Elektrische apparatenindustrie en de Elektrotechnische industrie de grootste mate van 'vernieuwing' door 'doorgroeiers'. Voor alle industrietakken die AI kunnen toepassen geldt dat zij een bovengemiddeld aantal snelgroeiende bedrijven herbergen. Daarentegen hebben zij een relatief lage start-up intensiteit. Met andere woorden domineren grotere, gevestigde bedrijven de Nederlandse hightech industrie.

Van de 14 geïdentificeerde sectoren kennen Energieproductie, Vervoer en opslag, Overige zakelijke dienstverlening en Filmindustrie, radio en televisie de grootste mate van 'vernieuwing' door 'nieuwkomers'. Een hoge R&D intensiteit lijkt geen voorwaarde voor nieuwe bedrijven om te starten. De sector Energieproductie kent van alle sectoren in Nederland het hoogste percentage nieuwkomers. Voor de bouwsteen Start-ups en scale-ups uit het groeifondsvoorstel is het interessant om te kijken welke kansen er zijn om de start-up intensiteit van de sector Energieproductie verder uit te buiten.

[27] Het aantal bedrijven per sector in Start-up intensiteit en Scale-up intensiteit betreft het gemiddelde aantal bedrijven in die sector over vier kwartalen.
[28] Voor de sector Zorg en welzijn zijn geen cijfers over de R&D-intensiteit beschikbaar, waardoor deze bol niet zichtbaar is in de figuur.

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel.

Voor EZK (directie I&K) werkt TNO aan een analyse van het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap: de zogenaamde Landschapsanalyse (LSA). De methodiek en de resultaten van deze analyse vormen de basis voor de informatie die TNO aanlevert aan de Stafdirectie Nationaal Groeifonds voor de beoordeling van de huidige 6 voorstellen door de Nationaal Groeifondscommissie.

In het kader van de LSA is een database gebouwd met ‘bouwstenen’ (feiten en cijfers) die inzichtelijk maken hoe het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap eruit ziet, en hoe dit landschap zich kan ontwikkelen. Het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap omvat sleuteltechnologieën (gevat in de zogenaamde Meerjaren programma’s sleuteltechnologie (MJP’s)), missie thema’s (gevat in de zogenaamde Meerjaren Missiegedreven Innovatie Programma’s (MMIP’s)) en wetenschappelijke programma’s (gevat in de zogenaamde Nederlandse Wetenschappelijke Agenda (NWA-routes)). Daarnaast bevat deze database data uit andere databronnen, zoals die van CBS, CWTS, Eurostat en Elsevier. De LSA database omvat momenteel een zestal categorieën met onderliggende indicatoren. Tabel 2 geeft deze categorieën en de onderliggende indicatoren weer.

Voor de evaluatie van de groeifondsvoorstellen kan de LSA database worden ingezet om te evalueren hoe de voorstellen zijn ‘verankerd’ in het Nederlandse innovatiesysteem: in hoeverre deze kunnen bouwen op de capaciteiten van bestaande actoren en de relevante bestaande kenniskapitaalvoorraad; en in hoeverre de resultaten kunnen worden ‘geabsorbeerd’ door deze actoren. Dit geeft een indicatie van de potentie van de voorstellen - om tot resultaten te komen die kunnen worden toegepast in de economie, en/of om maatschappelijke uitdagingen te adresseren. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een reproduceerbare en herleidbare aanpak, die voor meerdere sectoren en technologieën (zoals beschreven in de voorstellen) ingezet kan worden.

Tabel 2: Categorieën van de LSA database.

Categorie 1 Thematische (nationale) agenda’s • Bijdragen aan Missies (MMIP’s) • Bijdragen aan NWA-routes • Bijdragen aan sleuteltechnologieën (MJP’s) • Bouwen op Missies (MMIP’s) • Bouwen op NWA-routes • Bouwen op sleuteltechnologieën (MJP’s)	**Categorie 4 Initiatieven** • Bijdrage aan MJP’s, MMIP’s, NWA-routes – uitbreiding in 2021 • Betrokken initiatieven (naam initiatief) • Rol type initiatieven (PPS, innovatieprogramma’s, agenda’s en beleidsstrategieën, etc.) • Betrokkenheid initiatieven per regio
Categorie 2 Actoren • Dominante actoren (naam actoren) • Samenwerking actoren • Rol overheden • Rol type actoren (universiteiten, TO2, bedrijven, etc.)	**Categorie 5 Potentiële groei bedrijfstakken** • Verdienvermogen (o.a. groei TW bedrijfstakken, arbeidsproductiviteit) • Concurrentievermogen (o.a. specialisme) • Innovatievermogen (o.a. start-ups/scale-up intensiteit)
Categorie 3 Budgetten • Totaal budget • Budget per financieringsbron (PPS, ROM, privaat, EU, NWO, TO2, Universiteiten) • Allocatie private en publieke R&D-investeringen	**Categorie 6 Kennis- en technologiesterktes** • Kennissterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties) • Technologiesterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties)

Bijlage II: Programma’s

Op basis van het voorstel is de scope bepaald. Hierin wordt onderscheid gemaakt in kern programma’s en complementaire programma’s. Hieronder staat een overzicht van welke programma’s tot de kern van AI horen en welke programma’s rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken.

Tabel 3: Thematische programma's.

Kern / complementaire technologie / toepassingsgebied	**Programma in database**
Kern	MJP 45. Nederland Werkt in Slimme Ketens aan Artificiële Intelligentie (AI)
	MJP 44. Nationaal Artificiële Intelligentie (AI) Onderzoekscentrum
	MJP 48. AI enabled Electronic Components & Systems addressing societal solutions
	NWA route ‘Waardecreatie door verantwoorde toegang tot en gebruik van Big Data’
Complementaire technologieën	MJP 26. Systeemarchitectuur en Systeemintegratie*
	MJP 71. Meet- en Detectietechnologie
	MJP 72. Evidence Based Sensing
	MJP 55. Cybersecurity – Digitale Veiligheid en Privacy
	MJP 20. Beyond 5G: Future Networks and Services

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2021 R10512

FoodSwitch - voorstel Groeifonds
Analyse van de strategische onderbouwing van het bbp-effect

Datum	18 maart 2021
Auteur(s)	Babette Bakker Thijmen van Bree Amber Geurts Marcel de Heide Marissa Hoekstra Finn Speijer
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	34
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	Programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds
Projectnummer	060.47859

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland 4
2.1 Inleiding 4
2.2 Aanpak 4
2.3 Resultaat 5

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen 10
3.1 Inleiding 10
3.2 Aanpak 10
3.3 Resultaten 10
3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven 10
3.3.2 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren 11

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling 16
4.1 Inleiding 16
4.2 Aanpak 16
4.3 Resultaten 16

5 Toepasbaarheid van de innovatie 22
5.1 Inleiding 22
5.2 Aanpak 22
5.3 Resultaten 22
5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid 22
5.3.2 Omvang voorgenomen financieringsstromen 24

6 Groeipotentieel (Stap II.2.d) 26
6.1 Inleiding 26
6.2 Aanpak 26
6.3 Resultaten 26
6.3.1 Concurrentievermogen 26
6.3.2 Innovatievermogen 29

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel. 32

Bijlage II: Programma's 33

1 Inleiding

In de Miljoenennota 2020 heeft het kabinet een investeringsfonds aangekondigd dat als doel heeft het verdienvermogen van Nederland duurzaam te vergroten. Dit Nationaal Groeifonds vloeit voort uit de eind 2019 verschenen groeistrategie, waarin geconstateerd is dat er aanleiding is voor extra investeringen, van incidentele en niet-reguliere aard, om het verdienvermogen te versterken. Voor de periode 2021-2026 is in het Nationaal Groeifonds 20 miljard Euro beschikbaar.

In de Miljoenennota 2020 zijn drie terreinen geformuleerd die het meest kunnen bijdragen aan de productiviteitsgroei, en daarmee het verdienvermogen: (1) Kennisontwikkeling; (2) Research & development (R&D) en innovatie; en (3) Infrastructuur.

Voor R&D zijn nu 6 voorstellen geformuleerd die ter beoordeling voorliggen aan de onafhankelijke Beoordelingscommissie (vanaf nu: commissie). Er is een analysekader opgezet om de beoordeling structureren (uniform te doorlopen). De afdeling Strategic Analysis and Policy (SA&P) van TNO is door de commissie van het Nationaal Groeifonds gevraagd om ondersteunende informatie aan te leveren voor de beoordeling van de voorstellen. Specifiek gaat het daarbij om input die de commissie kan helpen bij het evalueren met enkele van de zogenaamde criteria van de strategische onderbouwing van het bbp-effect, die onderdeel vormen van het analysekader.

Dit rapport bevat de ondersteunende informatie voor het voorstel getiteld FoodSwitch. De methodologie die is toegepast om te komen tot deze informatie is weergegeven in een separaat methodologierapport.[1]

[1] Zie: TNO (2021). *Methodologierapport behorende bij het programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds*.

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland

2.1 Inleiding

In de context van het analysekader van de commissie worden de voorstellen getoetst op hun vermogen om bij te dragen aan bbp-groei. Het analysekader beschrijft dat als een evaluatie van de strategische onderbouwing van bbp-effect. Een criterium is de mate waarin Nederland comparatieve voordelen heeft ten opzichte van andere landen op het investeringsgebied van het voorstel. TNO probeert dit inzichtelijk te maken door te analyseren wat Nederland op het gebied van kennis en technologie 'al in huis heeft' op die respectievelijke investeringsgebieden.[2] Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van of Nederland comparatieve voordelen heeft op de gebieden waar de voorstellen aan refereren.

2.2 Aanpak

Voor elk van de voorstellen worden de kennis- en technologievelden waaraan het bijbehorende onderzoek refereert geïdentificeerd. De LSA database (zie Bijlage I) kan vervolgens inzicht geven in hoe goed Nederland is op de relevante kennisvelden en sleuteltechnologieën, gebaseerd op eerdere 'kennisoutput', met indicatoren als citatie-impactscore en onderzoeksspecialisatie-index. Dit geeft een indicatie van de comparatieve voordelen waarop in de context van een voorstel wordt gebouwd, en aan wordt bijgedragen.

De aanpak kent de volgende stappen:[3]

- Linken voorstel aan kennisvelden en sleuteltechnologieën en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse kennis- en technologiesterktes, en duiding van de resultaten.

[2] De LSA database (zie Kader 1) kan ook inzicht geven in concurrentievermogen, innovatievermogen en specialisatie van relevante bedrijfstakken, t.o.v. EU-15. Dit wordt al in stap II.2.b en II.2.d gedaan en zullen wij daarom hier niet nogmaals genoemd.

[3] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

Kader 1: Linken voorstellen.

Om de voorstellen te linken is het noodzakelijk om op basis van 'expert judgement' aan te geven:

- met welke kennisvelden (volgens CWTS indeling) het voorstel te linken is;
- met welke MMIP's / MJP's / NWA routes het voorstel een directe (kern) of indirecte (complementair) link heeft;
- en met welke sectoren/bedrijfstakken (op SBI-niveau) het voorstel te linken is.

Op die manier kunnen de verschillende bouwstenen (cijfers) uit de LSA database gelinkt worden aan een voorstel om de cijfers naar boven te halen.

Deze inschatting zal in eerste instantie gedaan worden door leden van het projectteam. Analyses gebaseerd op expert judgement zijn onderhevig aan individuele bias door de kennis waarover de experts beschikking hebben. Door de expert judgement te valideren met andere TNO-experts, kan zogenaamde 'intersubjectiviteit overeenkomst' worden gecreëerd. Deze validatieslag draagt bij aan de 'robuustheid' van de analyse.

2.3 Resultaat

Figuur 1 toont een vergelijking van de kennisvelden die belangrijk zijn voor het bouwen van een sterke positie in FoodSwitch, en geeft een vergelijking van de Nederlandse publicaties in deze velden met 20 referentielanden.[4] Voor een selectie van de relevante kennisvelden, zie Kader 2.

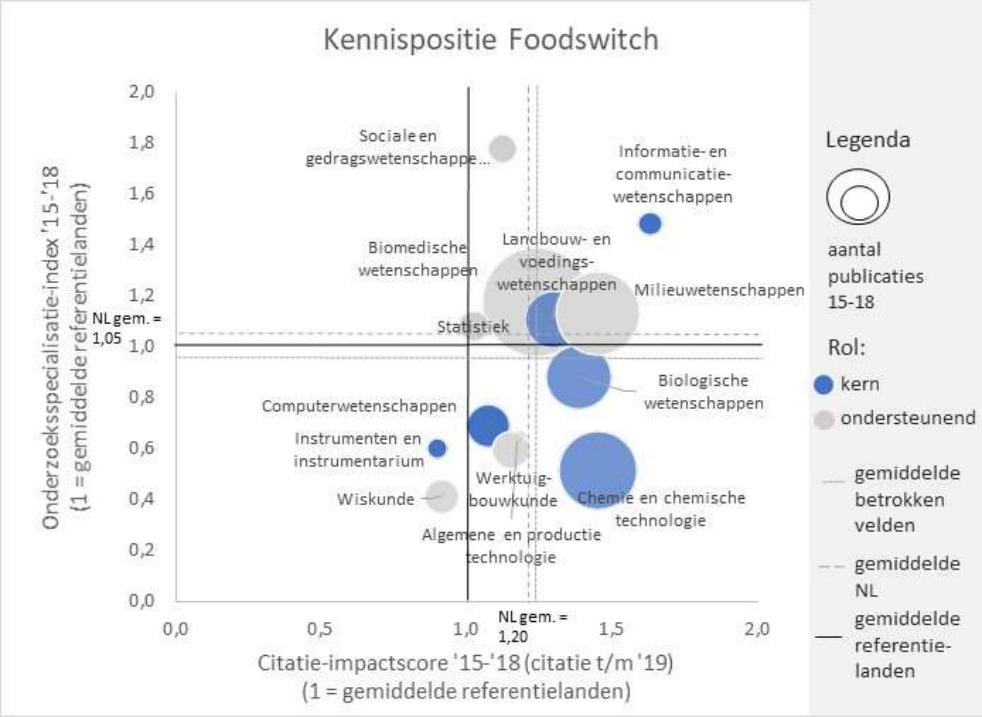
De omvang van een bol geeft de omvang in aantal publicaties in dezelfde periode weer. Hoe groter de omvang van deze bol, hoe meer publicaties er zijn uitgegeven.

Op de horizontale as van Figuur 1 is de citatie-impactscore uitgezet.[5] De citatie-impact geeft weer hoe vaak er door wetenschappelijke publicaties naar Nederlandse publicaties wordt verwezen. Hoe vaker er wordt gerefereerd, hoe hoger de wetenschappelijke impact. De citatie-impactindex vergelijkt de citatie-impact van Nederland met 20 referentielanden. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de kwaliteit van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe verder de bol naar rechts staat, hoe hoger de wetenschappelijke impact van Nederland in dit kennisveld ten opzichte van de referentielanden. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse citatie-impactscore van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde citatie-impactscore van de kennisvelden in Nederland die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 1 is de onderzoekspecialisatie uitgezet.[6] De onderzoekspecialisatie geeft de verdeling van Nederlandse publicaties over kennisvelden weer. Hoe meer publicaties in een kennisveld, hoe hoger dit aandeel. De onderzoeksspecialisatie-index vergelijkt deze onderzoeksspecialisatie met de onderzoeksspecialisatie van de referentielanden. Deze normalisering is nodig, omdat het belang van publiceren per kennisveld verschilt. De positie (projectie) van

[4] Australië, België, Canada, China, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Ierland, Italië, Japan, Noorwegen, Oostenrijk, Singapore, Spanje, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten, Zweden, Zuid-Korea en Zwitserland
[5] Cijfers over de periode 2015-2018.
[6] Cijfers over de periode 2015-2018.

een bol op de verticale as zegt iets over de omvang van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe hoger de bol staat op de verticale as, hoe groter het relatieve aandeel van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse onderzoekspecialisatie van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde onderzoekspecialisatie van de sectoren in Nederland die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 1 Kennispositie FoodSwitch.

Bron: CWTS citatie index-systeem, gebaseerd op ruwe data Web of Science, bewerking Rathenau Instituut (figuur gemaakt door TNO), 2020.

Het FoodSwitch voorstel is een breed voorstel, waarin kennis en technologie bijeen wordt gebracht om een duurzame voedselproductie op te zetten. Dit betekent dat er ook veel kennisvelden relevant zijn. In het selectieproces (zie Kader 2) zijn 6 kennisvelden met een kern-rol geïdentificeerd, en 7 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 36 kennisvelden.[7]

Figuur 1 geeft het overzicht van alle kennisvelden. Omdat er veel kennisvelden relevant zijn is het beeld dat ontstaat ook versnipperd. Wel ligt er een sterke basis in de Landbouw- en voedingswetenschappen. Hier is Nederland relatief sterk, zowel qua citatie-impact als onderzoeksspecialisatie. Ten opzichte van de jaren 2009-2012 lopen neemt de onderzoeksspecialisatie-index zelfs toe.

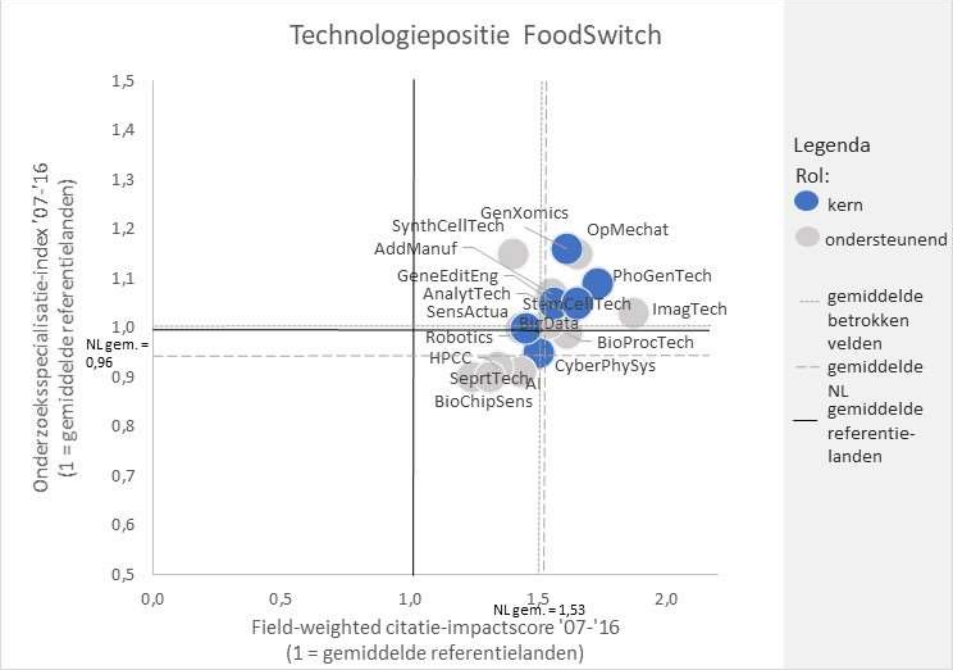
Het beeld dat daarnaast ontstaat is dat Nederland een sterke kennisbasis heeft in de Biologie, Chemie en Biomedische wetenschappen om een betere benutting van eiwitten te realiseren en om in de precisievoeding bijvoorbeeld gewassen te verbeteren en te beschermen met nieuwe, duurzame middelen. Publicaties in het

[7] Op basis van de classificatie van CWTS.

veld van de Milieuwetenschappen wordt ook relatief vaak geciteerd en Nederland loopt qua aantal publicaties ook hier voor. Hier ligt een sterke combinatie voor duurzame voedselproductie.

Nederland is minder sterk in de kennisvelden die nodig zijn om slimme productiesystemen te realiseren. Behalve in de Informatiewetenschappen presteert de Nederlandse wetenschap in alle relevante kennisvelden minder goed dan gemiddeld in de referentielanden, zowel qua citatie-impact als qua onderzoeksspecialisatie. Dit geldt voor de machines (kennisvelden Algemene en productietechnologie/werktuigbouwkunde) en de meet en regeltechniek (Instrumenten en instrumentarium).

Figuur 2 toont een vergelijking van belangrijke sleuteltechnologieën op basis van Nederlandse publicaties in vergelijking met de EU-28 landen. De betekenis van de omvang van de bollen, en de positie (projectie) op de assen is gelijk aan die van Figuur 1.



Figuur 2 Technologiepositie sleuteltechnologieën FoodSwitch.

Bron: Elsevier (2018) Kwantitatieve analyse van onderzoek en innovatie in sleuteltechnologieën in Nederland.

Ook hier zijn er veel technologieën die ingezet kunnen worden. In het selectieproces (zie Kader 2) zijn 6 sleuteltechnologieën met een kern-rol geïdentificeerd, en 12 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 51 sleuteltechnologieën.[8]

Het beeld dat Figuur 2 schetst, komt overeen met het beeld uit Figuur 1. Nederland heeft een sterke positie in de wetenschap om vanuit de biotechnologie nieuwe

[8] Op basis van de classificatie van NWO en TNO

eiwitten te kweken en gewassen duurzamer te beschermen. Deze figuur laat zien dat Nederland in de GenXomics, Gene-editing en stemtechnologie beter presteert qua citatie-impact en onderzoeksspecialisatie dan de referentielanden. Nederland heeft een gemiddeld sterke positie in het maken van duurzamere en efficiëntere productiesystemen en in de informatietechnologie. De Nederlandse wetenschap presteert gemiddeld in AI, Big Data en ook in Robotica en in Cyberphysical systems (IoT). Wel ligt er nog potentie om de sterke positie in mechatronica verder uit te bouwen.

Kader 2: Scope kennisvelden en sleuteltechnologieën

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de kennisvelden en sleuteltechnologieën die relevant zijn voor FoodSwitch.

Selectie scope kennisvelden
Een kennisveld speelt een kern rol als in dit kennisveld onderzoek wordt gedaan wat zelfstandig tot doorbraken kan leiden in FoodSwitch, zoals Biologische wetenschappen bij FoodSwitch. Andere kennisvelden hebben een complementaire rol, omdat kennis over dit domein samengebracht moet worden met kennis over de technologie om te komen tot effectieve toepassingen in het domein. In het geval van FoodSwitch gaat het om technologieën of wetenschappen die bijvoorbeeld helpen om het gedrag van consumenten beter te plaatsen.

Voor de selectie van kennisvelden vormt de indeling uit het voorstel de leidraad. Het programma is opgesplitst in drie programmalijnen: precision food systemen, protein shifts en circulair food chains, waar 3 categorieën van sleuteltechnologieën centraal staan: biotechnology en breeding, information technology en smart systems. Dit voorstel is een combinatie van kennis uit de Landbouw- en voedingswetenschappen en de meer technische kennisvelden. Kennisvelden die nodig zijn voor de eerste categorie sleuteltechnologieën zijn de Biologische en de Chemische wetenschappen, waarbij ook kennis uit de Biomedische wetenschappen een ondersteunende rol kan spelen in het ontwikkelen van nieuwe proteïnes. Voor de categorie information technology spelen primair het kennisveld Informatiewetenschappen en Computerwetenschappen een rol. AI en data analytics bouwt daarnaast voort op kennisvelden Statistiek en Wiskunde. De derde categorie Smart Systems is een combinatie van sensoren en machines en deze kennis valt onder de kennisvelden Instrumenten en instrumentarium, en Algemene en produtietechnologie/Werktuigbouwkunde.

Daarnaast wordt kennis uit het ondersteunende kennisveld Sociale en gedragswetenschappen gebruikt voor sociale innovaties die het consumentengedrag/eetgedrag beïnvloeden. Het kennisvelden Milieuwetenschappen kan inzicht geven in het effect van voedingsproductie op het klimaat.

Selectie scope sleuteltechnologieën
Sleuteltechnologieën kunnen op dezelfde manier worden geïdentificeerd. Voor de eerste categorie biotechnology en breeding zijn de sleuteltechnologieën genomix, gene-editing, bio(proces)technology van belang. Stemceltechnologie speelt daarnaast een rol in het laten uitgroeien van dierlijke cellen tot kweekvlees. Onder information technology vallen de sensoren, en AI en Big Data die bijdragen aan een voedsel-informatie-systeem en het monitoren van groei van gewassen en gezondheid van dieren. Hoewel het niet specifiek wordt genoemd in het voorstel, kunnen biochips een ondersteunende rol spelen in het monitoren van de gezondheid van dieren. Onder smart systems valt robotica, mechatronica en verschillende type sensoren (zoals bijvoorbeeld integrated photonics). In het voorstel wordt bij smart systems voor protein shifts ook nog de 3D print techniek voor het maken van eiwitbronnen genoemd.

Het wordt niet specifiek in het voorstel benoemd, maar fotonica (photon generation en imaging) speelt ook een ondersteunende rol in een duurzame productieketen, bijvoorbeeld bij een autonome belichting van kassen of monitoring van gewassen.

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen

3.1 Inleiding

Een tweede strategisch criterium dat wordt getoetst is of het voorstel een in Nederland aanwezig ecosysteem versterkt. Op basis van de aanwezige informatie in de LSA database (zie Bijlage I) schetst TNO daartoe een beeld van de bestaande ecosystemen die de kennis zouden kunnen toepassen, en de actoren die daar momenteel onderdeel van uitmaken. Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van het vermogen van de voorstellen om bestaande ecosystemen in Nederland te versterken.

3.2 Aanpak

De LSA kan inzicht geven in welke actoren in het NL innovatielandschap onderzoek (willen) doen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Deze actoren analyse, die een inzicht geven van het netwerk van actoren actief binnen een bepaalde programma, is met enige aanpassingen te linken aan de innovatie ecosystemen zoals gedefinieerd in het Dialogic rapport.[9]

De aanpak kent de volgende stappen:[10]
- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie (Kader 1).
- Validatie linken voorstellen (voor meer uitleg, zie (Kader 1).
- Linken Dialogic rapport met thematische KIC en check op actoren.
- Analyse actoren en innovatie ecosysteem, en duiding van de resultaten.

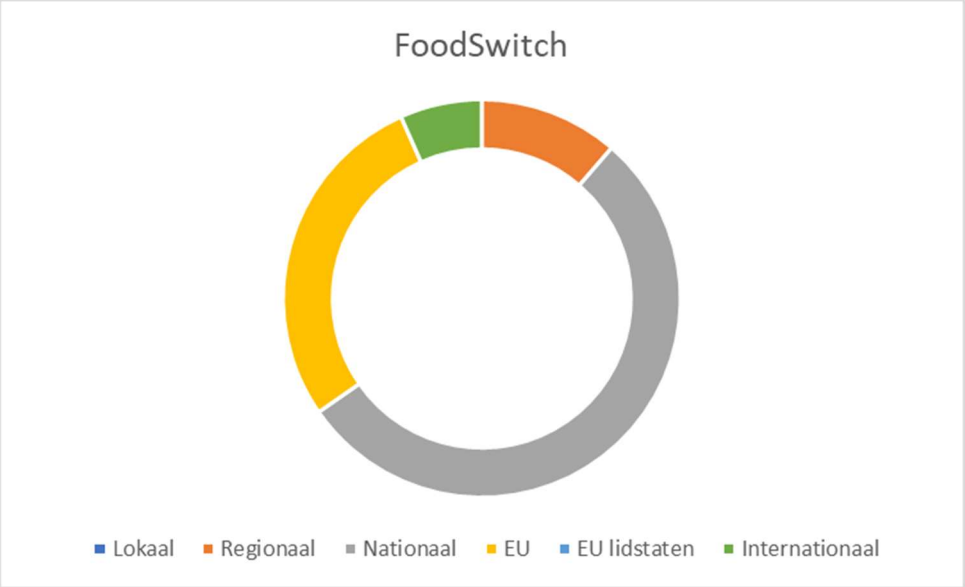
3.3 Resultaten

Om een beeld te vormen van het type onderzoek- en innovatie ecosysteem van FoodSwitch wordt een analyse uitgevoerd naar het type initiatieven, en het type actoren binnen dit ecosysteem.

3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven

Figuur 3 geeft een overzicht van de typen initiatieven die in het onderzoek en innovatielandschap van FoodSwitch gerelateerde technologieën en programma's worden ondernomen (voor zowel kerntechnologieën als complementaire technologieën).
Figuur 3 maakt daarbij onderscheid naar niveau: lokale, regionale, nationale, EU, EU lidstaten of internationale initiatieven.

[9] De 56 innovatie ecosystemen geïdentificeerd in het Dialogic rapport zijn goed te linken aan de thematische KIC. In de meeste gevallen wordt een breder innovatie ecosysteem in kaart gebracht binnen de LSA database dan in het Dialogic rapport waar het aantal actoren is gelimiteerd tot 15 illustratieve actoren.
[10] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.



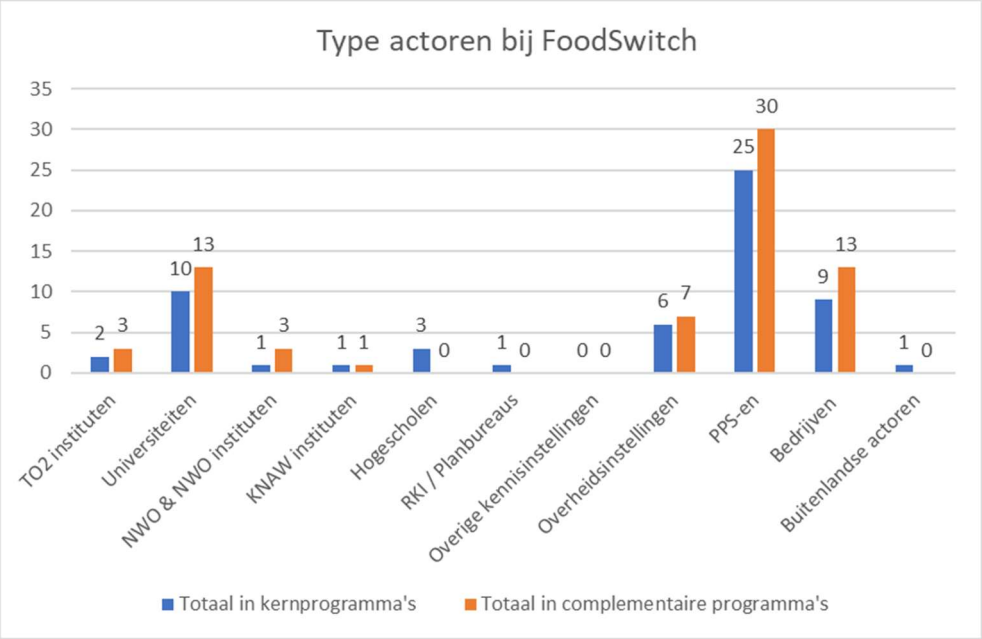
Figuur 3: Typen initiatieven betrokken in het onderzoek en innovatie ecosysteem van aan FoodSwitch gerelateerde technologieën en programma's naar niveau.[11]

Figuur 3 laat zien dat het onderzoek en innovatie ecosysteem van FoodSwitch gerelateerde technologieën en programma's kan worden gedefinieerd als een innovatie ecosysteem met een nationale focus (ongeveer 50% van de initiatieven). Daarnaast wordt er ruim gebruik gemaakt van regionale, Europese, en internationale initiatieven. De grootste potentie om met dit innovatie ecosysteem impact te genereren ligt dus zowel binnen Nederland wanneer regionale initiatieven worden gekoppeld aan nationale initiatieven, en buiten Nederland wanneer nationale initiatieven worden gekoppeld aan Europese en internationale initiatieven.

3.3.2 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren

Figuur 4 geeft een overzicht van de typen actoren in het onderzoek en innovatielandschap van FoodSwitch gerelateerde technologieën en programma's. Figuur 4 laat daarbij zowel de actoren zien die actief zijn binnen de FoodSwitch 'kern' technologieën en programma's, alsmede de actoren die actief zijn binnen de FoodSwitch 'complementaire' technologieën en programma's.

[11] Deze gegevens bouwen op een analyse van de initiatieven die gekoppeld kunnen worden aan het thematische beleid. Initiatieven omvatten infrastructuren, campussen, PPS'en, etc. Zie het methodologierapport voor een nadere toelichting van deze indicator.



Figuur 4: Type actoren betrokken in het onderzoek en innovatie ecosysteem van FoodSwitch.

Figuur 4 laat zien dat het ecosysteem van FoodSwitch kan worden gedefinieerd als een onderzoek *en* innovatie ecosysteem waarin zowel bedrijven als kennisinstellingen en overheidsinstellingen een rol in het ecosysteem spelen.[12] De nadruk binnen dit ecosysteem wordt hierdoor gelegd op zowel (wetenschappelijk) onderzoek als innovatie voor de markt.

Figuur 4 laat zien dat ontwikkelingen binnen FoodSwitch vooral worden gedragen door actoren actief in publiek-private samenwerkingen (PPS'en). Daarnaast laat Figuur 5 zien dat vooral onderzoeksinstellingen, zoals universiteiten (10 in totaal), hogescholen (3 in totaal), en TO2 instituten (2 in totaal) betrokken zijn in de ontwikkelingen van FoodSwitch, en daarnaast 9 bedrijven en 6 overheidsinstellingen. Dit laat zien dat FoodSwitch zich vooral via PPS-verbanden toewerkt naar de toepasbaarheid van innovaties in de markt, waarbij iets meer de focus ligt op wetenschappelijke ontwikkelingen dan op innovaties voor de markt. Complementaire programma's die bijdragen aan de ontwikkelingen van FoodSwitch laten een soortgelijk beeld zien. Hierbij kan gelden dat zowel vanuit de kern technologieën als vanuit de complementaire technologieën nog wordt gezocht naar de toepassing van (wetenschappelijk) onderzoek en innovaties in de markt, waarbij het belang van deze technologieën voor FoodSwitch wellicht niet voorop staat.

Tabel 1 geeft een overzicht van de verdeling van de type actoren in het onderzoek en innovatie ecosysteem rondom FoodSwitch. Tabel 1 is een berekening van het percentage van ieder type actoren in relatie tot het totaal aantal actoren dat binnen dit ecosysteem actief is.

[12] Voor meer details, zie Dialogic (2020) rapport over onderzoek en innovatie ecosystemen.

Tabel 1 Verdeling actoren onderzoek en innovatie ecosysteem FoodSwitch.

Type actoren	Totaal in kernprogramma's	Totaal in complementaire programma's
TO2 instituten	6%	8%
Universiteiten	29%	33%
NWO & NWO instituten	3%	8%
KNAW instituten	3%	3%
Hogescholen	9%	0%
RKI / Planbureaus	3%	0%
Overige kennisinstellingen	0%	0%
Overheidsinstellingen	18%	18%
Bedrijven	26%	33%

Tabel 1 laat zien dat in de kerntechnologieën van FoodSwitch zowel universiteiten (29%), bedrijven (26%) als overheidsinstellingen (18%) actief zijn, met een geringere rol voor de andere typen actoren. De verdeling tussen de type actoren is soortgelijk bij de complementaire technologieën van FoodSwitch, waarbij universiteiten (33%), bedrijven (33%), en overheidsinstellingen (18%) de voornaamste rollen innemen. Binnen dit ecosysteem wordt dus vanuit de triple helix gewerkt aan de toepasbaarheid van innovaties in de markt.

Tabel 2 is een verdere verdieping en specificatie van Tabel 1. Tabel 2 geeft voor de kerntechnologieën van FoodSwitch aan welke dominante actoren een rol spelen in dit onderzoek en innovatie ecosysteem. Tabel 2 is berekend door een optelsom te maken van de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie - 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de 5 programma's die behoren tot de kerntechnologieën van FoodSwitch (zie scope in Kader 3).

Tabel 2 Dominante actoren kern.[13]

Actor	Mate van betrokkenheid kern
Topsector Agri&Food	26
Topsector T&U	24
Ministerie van LNV	20
NWO	17
Wageningen Research	16
Topsector Chemie	15
Topsector Creatieve Industrie	15
TO2 institutions	13
Wageningen Universiteit	13
TKI Agri&Food	12
TKI T&U	10
Topsector Logistiek	9
Topsector Water & Maritiem	9
Radboud Universiteit	8
Universiteit Leiden	8
Universiteit Utrecht	8
Plantum	8
TKI Watertechnologie	8
Vrije Universiteit Amsterdam	6
TU Delft	5
Universiteit van Amsterdam	5
HAN University of Applied Sciences	5
Ministerie van IenW	5
Ministerie van VWS	5
Dutch Digital Delta/Team ICT	5
Topsector HTSM	5
TKI Biobased Economy	4

[13] Voor een nadere toelichting op deze tabel en de berekening erachter, zie het methodologierapport.

Tabel 3 is een verdere verdieping en specificatie van Tabel 1. Tabel 3 geeft voor de complementaire technologieën van FoodSwitch aan welke dominante actoren een rol spelen in dit onderzoek en innovatie ecosysteem. Tabel 3 is berekend door een optelsom te maken van de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie – 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de 5 programma's die behoren tot de kerntechnologieën van FoodSwitch (zie scope in Kader 3).

Tabel 3 Dominante actoren complementair[14]

Actor	Mate van betrokkenheid complementair
Topsector Agri&Food	16
TNO	14
Topsector HTSM	12
NWO	11
Ministerie van LNV	11
Topsector Chemie	11
Topsector T&U	11
TO2 instituten	10
Topsector Water & Maritiem	9
Ministerie van EZK	8
TKI T&U	8
Topsector Creatieve Industrie	7
Radboud Universiteit	6
Universiteit Leiden	6
TKI Agri&Food	6
TKI Watertechnologie	6
COAST	6
Wageningen Research	4
TU Delft	4
TU Eindhoven	4
Universiteit Twente	4
Wageningen Universiteit	4
Maastricht University	4
Universiteit Utrecht	4
Hogescholen	4
Topsector ICT (Dutch Digital Delta)	4

[14] Voor een nadere toelichting op deze tabel en de berekening erachter, zie het methodologierapport.

Kader 3: Scope thematische programma's.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de programma's die betrokken zijn bij aan FoodSwitch gerelateerde technologieën en programma's. Op basis van het voorstel hebben de TNO experts door middel van expert judgement de scope van de geselecteerde programma's in de database bepaald. Er is onderscheid gemaakt tussen twee verschillende type programma's: kernprogramma's en complementaire programma's. Kernprogramma's zijn technologieën en programma's die belangrijk zijn om FoodSwitch verder te ontwikkelen. De complementaire programma's zijn technologieën en programma's die rand-voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken.

Het FoodSwitch voorstel richt zich op het duurzamer, productiever en concurrerender maken van de keten van agri en voedsel. In het FoodSwitch voorstel worden meerdere technologieën geïdentificeerd die bij kunnen dragen aan het behalen van dat doel.

Tot de kern programma's van aan FoodSwitch gerelateerde technologieën en programma's behoren die zich richten op duurzamer en productiever produceren, waaronder sleuteltechnologieprogramma's; MJP 01 Fenotype, MJP 02 Building blocks of life, MJP 03 Veredeling 2.0, MJP 04 Hight Tech to Feed the World, MJP 06 Verbetering fotosynthese efficiëntie, MJP 14 Maatschappelijk gewenste en veilige biotechnologische toepassingen; en meerjaren missiegedreven innovatie- en wetenschap programma's; MMIP2 Circulaire grondstoffen en processen, MMIPA1 Verminderen gebruik meststoffen en water, MMIPA3 Hergebruik organische zij- en reststromen, MMIPA4 Eiwitvoorziening voor humane consumptie, MMIPB2 Landbouwbodems, MMIPD3 Veilige en duurzame primaire productie, MMIPD4 Duurzame en veilige verwerking, NWA Circulaire economie en NWA Duurzame productie.

Geselecteerde complementaire technologieën en programma's die rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken zijn gericht op, onder andere, de inzet van informatie technologie en slimme systemen, zoals: MJP 13 Smart personalized food and medicine, MJP 34 Smart industry/NWA Smart industry, MJP 45 Nederland werkt in slimme ketens aan AI, NWA waardecreatie door big data. Daarnaast wordt gekeken naar de rol van sensoren, via: MJP 71 Meet- en detectietechnologie, MJP 72 Evidence-based sensing, NWA meten en detecteren. Tenslotte zijn er enkele ondersteunende circulaire programma's, waaronder: MMIP1 Ontwerp voor circulariteit, MMIP 11 Klimaatneutrale productie food en non-food, MMIPA2 Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen, MMIPB1 Energiebesparing, MMIPC2 Klimaatadaptieve land- en tuinbouwsystemen.

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling

4.1 Inleiding

Een volgende stap in het analysekader is een toets op de potentiële impact van de onderzoeksresultaten op de productiviteit. TNO maakt geen directe inschatting van deze potentiële bijdrage van het onderzoeksvoorstel - het is niet mogelijk om dat objectief te doen. TNO beschrijft productiviteitsontwikkelingen in die sectoren waarin de kennis die voortkomt uit de voorstellen zou kunnen worden toegepast. De aanname is dat toepassing in sectoren die een sterke ontwikkeling in hun productiviteit kennen leidt tot additionele groei van de productiviteit van de Nederlandse economie.[15] Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de productiviteitsbijdrage van de individuele voorstellen.

4.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan sectoren waar die kennis kan worden toegepast, kan met behulp van informatie in de LSA-database (zie Bijlage I) inzichtelijk worden gemaakt hoe de productiviteit, als proxy voor verdienvermogen, zich in de afgelopen jaren hebben ontwikkeld in die sectoren in Nederland. TNO beschrijft dit verdienvermogen aan de hand van drie indicatoren: groei arbeidsproductiviteit, groei toegevoegde waarde, en omvang toegevoegde waarde.[16]

De aanpak kent de volgende stappen:[17]
- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau) en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie Kader 2)
- Analyse en duiding van de resultaten.

4.3 Resultaten

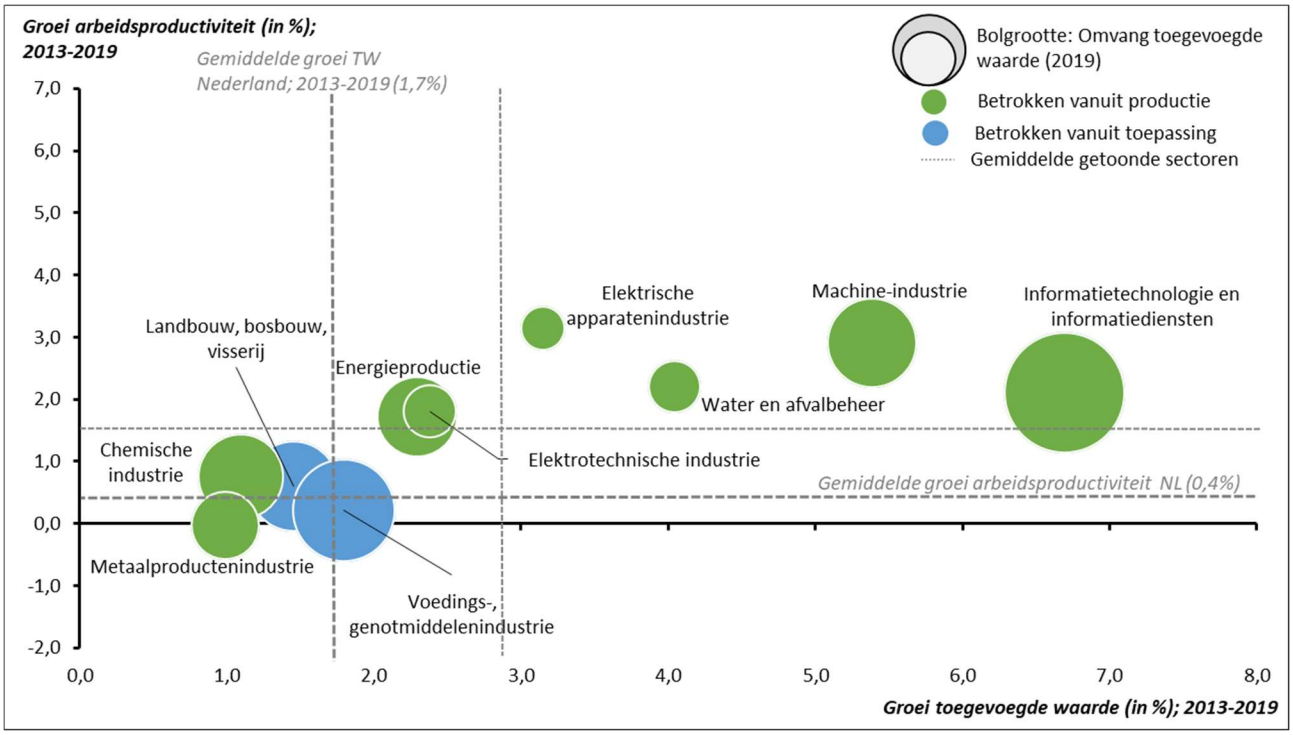
Figuur 5 toont voor sectoren die betrokken zijn bij FoodSwitch de arbeidsproductiviteitsgroei en groei van toegevoegde waarde.[18] De grootte van de bollen duidt de omvang van de toegevoegde waarde (bbp-bijdrage).[19] Dit zegt iets over de relevantie van de sector voor de totale Nederlandse economie. Hoe groter deze bol, hoe omvangrijker het aandeel in de economie (de bbp-bijdrage).

Op de horizontale as van Figuur 5 is groei van de toegevoegde waarde (in procenten voor de periode 2013 - 2019) uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de ontwikkeling in de relevantie van de

[15] Zie bijvoorbeeld: EZK (2020). *Visie op de toekomst van de industrie in Nederland (2020)*. www.rijksoverheid.nl.
[16] Een vergelijking met de EU15 op enkele van deze indicatoren komt in hoofdstuk 6 aan bod, in de beschrijving van het concurrentievermogen van Nederland. Voor een vergelijking van de arbeidsproductiviteitsontwikkeling van Nederland in internationaal perspectief, verwijzen we naar het TNO-rapport “Groeisectoren in Nederland in internationaal perspectief (TNO-rapport 2020 R11529, zie ook: www.rijksoverheid.nl (hyperlink)).
[17] Deze stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.
[18] Cijfers over de periode 2013-2019.
[19] Cijfers voor 2019.

bijbehorende sector: hoe verder naar rechts, hoe belangrijker deze is geworden voor de Nederlandse economie in de afgelopen jaren. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de toegevoegde waarde van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 5 is groei van de arbeidsproductiviteit (in procenten voor de periode 2013 - 2019) uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over de ontwikkeling in de waarde die gemiddeld wordt gecreëerd per gewerkt uur, en daarmee over de ontwikkeling van het concurrentievermogen in een internationaal perspectief. Hoe verder naar boven op de as, hoe productiever en hoe concurrerender de bijbehorende sector is geworden in de afgelopen jaren. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de arbeidsproductiviteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 5: Verdienvermogen van sectoren die betrokken zijn bij het Groeifondsvoorstel FoodSwitch. Bron: CBS (bewerking TNO).

Het Groeifondsvoorstel FoodSwitch beoogt "met innovatieve technologieën en kennis nieuwe systemen te ontwikkelen die bedrijven, boeren en tuinders wereldwijd in staat stellen om op een effectieve en duurzame manier lokaal lekker, gezond en veilig voedsel te produceren…" Om dit doel te bereiken zijn drie programmalijnen gedefinieerd: i) Precision Food Systems (efficiëntere benutting van productiefactoren); ii) Protein Shifts (overgang naar duurzamere eiwitten) en iii) Circulair Food Chains (vermijden van grondstoffenverlies).

Dit Groeifondsvoorstel richt zich dus op de agri- en voedsel-*keten* en niet op een (nieuwe) technologie (zoals andere voorstellen AINed, QuantumDelta en Groenvermogen Groene H2). In Kader 5 wordt uitgelegd wat dat betekent voor het bepalen van de relevante sectoren.

Hieruit blijkt een grote rol voor sectoren in de hightech industrie met betrekking tot productie van machines en apparaten in landbouw- en voedselproductieprocessen. Daarnaast zijn er een aantal sectoren die belangrijke input (energie en water) en data analyse (informatietechnologie) kunnen leveren. Zodoende zijn uit de analysedatabase met ongeveer 40 bedrijfstakken (SBI-afbakening), acht productiesectoren geselecteerd en twee sectoren die als primaire gebruikers van technologie zijn getypeerd (zie Kader 4

Kader 4). Tezamen brachten deze 10 sectoren in 2019 ongeveer 15 procent van het bbp voort. Na Informatietechnologie en informatiediensten leveren de toepassingssectoren 'Voedings- en genotsmiddelenindustrie' en 'Landbouw, bosbouw en visserij' van deze 10 sectoren de grootste bbp-bijdrage.

Figuur 5 laat zien dat in zeven van de acht productiesectoren (de metaalproductenindustrie uitgezonderd) de gemiddelde jaarlijkse groei van de arbeidsproductiviteit en toegevoegde waarde in de periode 2013-2019 (ruim) boven het Nederlands gemiddelde lag. Dit zijn met andere woorden sectoren waar het verdienvermogen en concurrentievermogen versterkt is. Als Nederland in de komende jaren de positie in de internationale markt op het gebied van agrarische robots en aanverwante producten en diensten weet te versterken,[20] dan zullen de Elektrotechnische industrie, Elektrische apparatenindustrie, Machine-industrie en Informatietechnologie en -diensten hier vermoedelijk van profiteren.

De sectoren die als toepassingssector zijn geselecteerd betreffen Landbouw, bosbouw, visserij en Voedings- en genotsmiddelenindustrie. Deze sectoren hebben een arbeidsproductiviteitsgroei en bbp-groei op of onder het landelijk gemiddeld. Er is in deze sectoren dus behoefte aan een efficiëntieslag. Van een toename van technologische toepassingen kunnen deze sectoren dus potentieel profiteren.

[20] In de rapportage *Strijd om agrarische robots barst los* verwacht ABN AMRO dat de 'agritech-markt' de komende jaren sterk gaat groeien, wat Nederlandse bedrijven een enorme groeikans biedt

Kader 4: Scope sectoren.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van sectoren die betrokken zijn bij de programmalijnen in het FoodSwitch voorstel. Het FoodSwitch voorstel richt zich op het duurzamer, productiever en concurrerender maken van de keten van agri en voedsel. Andere Groeifondsvoorstellen (zoals AINed, Groene H2 of QuantumDelta) gaan uit van een bepaald technologieveld (bijvoorbeeld AI, FoodSwitch of Quantum) en de impact die deze (nieuwe) technologie heeft op andere sectoren / de economie. In het FoodSwitch voorstel worden meerdere technologieën geïdentificeerd die bij kunnen dragen aan het behalen van dat doel.

In de analyse-rapportages van de strategische onderbouwing van het bbp-effect van de verschillende Groeifondsvoorstellen wordt onderscheidt gemaakt tussen: i) de sectoren die een rol spelen bij de 'productie' van een technologie; en ii) in welke sectoren de technologie toegepast kan worden. Omwille van een uniforme vergelijking van de Groeifondsvoorstellen, spreken we in deze analyse van FoodSwitch ook van 'productiesectoren' en 'toepassingssectoren'. In het methodologierapport wordt hier verder op in gegaan.

De selectie van relevante sectoren is gebaseerd op de drie programmalijnen in het Groeifondsvoorstel, het meegeleverde rapport van Roland Berger (2020),[21] PBL (2019),[22] ABN AMRO (2020),[23] en sectorkennis van de auteurs. De selectie van sectoren die betrokken zijn bij FoodSwitch is gevalideerd middels *expert judgement* door TNO experts. Bij de selectie is een 'conservatie afbakeningsstrategie' gehanteerd. In geval van twijfel of de importantie van een toepassingsgebied, bijvoorbeeld omdat slechts één bron hier melding van maakt, is de sector niet opgenomen in onze analysefiguren.

Twee sectoren uit de lijst van ongeveer 40 bedrijfstakken in de onderliggende analysedatabase zijn aangemerkt als 'toepassingssector'. Hierbij wordt gekeken naar de sectoren waar de innovaties die in het Groeifondsvoorstel worden genoemd toegepast worden. Het betreft de sectoren 'Landbouw, bosbouw en visserij' en de 'Voedings- en genotsmiddelenindustrie'. Deze sectoren zijn blauw gekleurd in de bollenfiguren van Hoofdstuk 4 en 6.

Sectoren die de technologie, kennis en innovaties leveren die kunnen worden toegepast in agri en voedsel sectoren noemen we 'productiesectoren'. Deze sectoren zijn groen gekleurd in de bollenfiguren van Hoofdstuk 4 en 6.

Hightech sectoren worden genoemd als belangrijke producent van innovaties die toegepast worden in agri en voedsel. Het gaat dan vooral om Elektrotechnische industrie (o.a. vervaardiging van drones, sensoren, robotica), Elektrische apparatenindustrie (o.a. Led lampen in vertical farms), Machine-industrie (o.a. landbouwmachines, klimaatsystemen en machines die nodig zijn voor de eiwit transitie) en Metaalproductenindustrie (o.a. tanks voor voedingsmiddelen en materiaal voor kassen).

Daarnaast wordt ook de sector Informatietechnologie en informatiediensten gezien als een belangrijke productiesector. Door de toenemende hoeveelheid sensoren en informatiepunten in landbouw en voedsel productie komt er steeds meer data beschikbaar die gebruikt wordt

[21] Roland Berger (2020). *FoodSwitchNL – Quantification of opportunities*.
[22] PBL (2019). *Dagelijkse kost Hoe overheden, bedrijven en consumenten kunnen bijdragen aan een duurzaam voedselsysteem*.
[23] ABN AMRO (2020). *Strijd om agrarische robots barst los*.

om efficiënter en duurzamer te produceren. Big Data en AI[24] worden steeds belangrijker in de voedsel keten.

Energie en Water zijn belangrijke input voor het kweken van land- en tuinbouwproducten en het produceren van voedsel. De sector Water en afvalbeheer is van belang voor het besproeien van gewassen en het reinigen van afvalwater. Energieproductie is relevant als bron van warmte en verlichting, onder andere voor de tuinbouw.

In de figuren over betrokkenheid van sectoren beperken we ons tot commerciële sectoren. Researchinstellingen, Overheid en (hoger) onderwijs spelen een belangrijke rol in de productie van nieuwe technologieën voor de agri en voedsel sector. Zo speelt biotechnologisch onderzoek een belangrijke rol bij veredeling van gewassen en de eiwit-transitie. Publieke dienstensectoren zijn echter instrumenteel voor alle inhoudelijke onderwerpen van de groeifondsvoorstellen die wij nu analyseren. De kennissterktes van researchinstellingen en universiteiten, bijvoorbeeld op het gebied van biotechnologie, komen elders in ons rapport aan bod. Bovendien nemen de sectoren Research, Overheid en Onderwijs niet of nauwelijks deel aan het internationale handelsverkeer, waardoor de analyse van hun concurrentievermogen (zie Hoofdstuk 6) minder relevant is.

[24] AI wordt expliciet genoemd in het Foodswitch voorstel en in rapporten die elders in dit kader genoemd worden en wordt daarom meegenomen in de analyse. In het Groeifondsvoorstel AINed wordt AI gepresenteerd als general purpose technologie en wordt agri / voedsel niet als een van de top toepassingsvelden genoemd. In de analyse van AI kiezen we voor de belangrijkste toepassingsgebieden en nemen daarom landbouw / voedsel niet mee.

5 Toepasbaarheid van de innovatie

5.1 Inleiding

Een volgende stap in de evaluatie is een toets op de toepasbaarheid van de onderzoeksresultaten van de respectievelijke voorstellen. Ook hier toetst TNO niet direct: onze analyse schetst een beeld van de sectoren die de kennis zouden kunnen toepassen, en geeft een indicatie van markten waar de kennis kan worden toegepast. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

5.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan de onderzoeksdoelen van de MMIP's / MJP's / NWA-routes,[25] kan met behulp van de LSA (zie Bijlage I) het volgende inzichtelijk worden gemaakt:

a) Voor welke maatschappelijke uitdagingen (MMIP's) / sleuteltechnologieën (MJP's) / onderzoeksvelden (NWA-routes) de resulterende kennis van het onderzoeksdoel relevant is.
b) Wat de omvang is van de huidige voorgenomen publieke en private financieringsstromen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Dit geeft een indicatie van het belang dat (private) partijen hechten aan het onderzoek.

De aanpak kent de volgende stappen:[26]

- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, op basis van 'expert judgement' en validatie daarvan (voor meer uitleg, zie Kader 1
- Uitvoeren analyse van: a) thematische samenhang, en b) financieringsstromen; en duiding van de resultaten.

5.3 Resultaten

5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid

Tabel 4 laat op verschillende manieren zien welke bijdrage FoodSwitch gerelateerde technologieën en programma's zou kunnen leveren aan de doelstellingen die zijn geformuleerd voor het thematische beleid (oftewel: de thematische KIA's – en meer in detail: de missies / MMIP's), de NWA routes en de ST MJP's).

Tabel 4 presenteert deze bijdragen langs twee hoofdlijnen: i) de bijdragen die de FoodSwitch **kernprogramma's** kunnen leveren binnen het thematische beleid (kernrijen), en ii) de bijdrage die de **complementaire FoodSwitch programma's** kunnen doen binnen het thematische beleid (complementaire rijen).

Daarnaast wordt er in Tabel 4 een onderscheid gemaakt tussen bestaande relaties tussen FoodSwitch gerelateerde programma's en het thematische KIC (groen), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de

[25] De MMIP's / MJP's / NWA-routes zijn de belangrijkste thematische programma's van het onderzoeks- en innovatiebeleid in Nederland. Zie ook Bijlage I voor een nadere uitleg.
[26] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

programma's dat nu al wordt benut, en de potentiële relaties tussen FoodSwitch gerelateerde programma's en het thematische KIC (blauw), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's die in potentie kunnen worden benut.

Een percentage van bijvoorbeeld 19% (groen) betekent dus dat de kernprogramma's van FoodSwitch een bestaande relatie hebben met het thema Energie en duurzaamheid. Tegelijkertijd hebben de kernprogramma's in FoodSwitch de potentie om bij te dragen aan 27% van alle programma's (MMIP's) binnen het thema Energie. Dit laatste betekent ook dat er verwacht wordt dat met 73% van deze programma's binnen het thema Energie geen link gelegd kan worden tussen de betrokken programma's FoodSwitch en de programma's binnen het thema Energie en duurzaamheid.

Tabel 4. Bijdrage van initiatieven (programma's) relevant voor FoodSwitch aan de KIA's, NWA routes en MJP sleuteltechnologie programma's

Bijdrage thema FoodSwitch aan KIA's, NWA routes en MJP's in %		**Thema Energie en duurzaamheid**	**Thema landbouw, water, voedsel**	**Thema gezondheid en zorg**	**Thema veiligheid**	**MJP Sleutel-technologieën**	**NWA**
Kern	**Bestaande relatie**	19%	42%	7%	0%	10%	16%
	Potentie	27%	54%	32%	1%	19%	31%
Complementair	**Bestaande relatie**	30%	27%	7%	4%	17%	30%
	Potentie	42%	40%	36%	21%	32%	45%

Tabel 4 laat zien dat, met uitzondering van het thema Landbouw, water en voedsel, de FoodSwitch gerelateerde programma's nog een beperkte relatie hebben met het thematische beleid (groen). Verder is er een beperkte relatie met het thema Energie en duurzaamheid en met de NWA routes. En er is geen of nauwelijks een bestaande relatie met de thema's Gezondheid en zorg en met Veiligheid. Daarnaast laat Tabel 4 zien dat er vanuit de FoodSwitch gerelateerde programma's slechts een beperkte potentie is om op termijn bij te dragen aan het thematische beleid. De hoogste mogelijke bijdragen betreft uiteraard het thema Landbouw, water en voedsel (LWV) met 54%. Daarnaast zijn er significante potentiële bijdragen aan het thema Gezondheid, de NWA routes, en het thema Energie en duurzaamheid. Zowel de cijfers voor de actuele als de potentiële bijdrage aan het thema LWV zijn niet al te hoog – wat verklaard kan worden uit het feit dat het thema LWV naast kringlooplandbouw en gezond en veilig voedsel ook een behoorlijk aantal onderwerpen omvat die niet in FoodSwitch aan bod komen bijvoorbeeld: klimaatneutrale stedelijke en landelijke gebieden, biomassa, energie uit water en duurzame Noordzee.

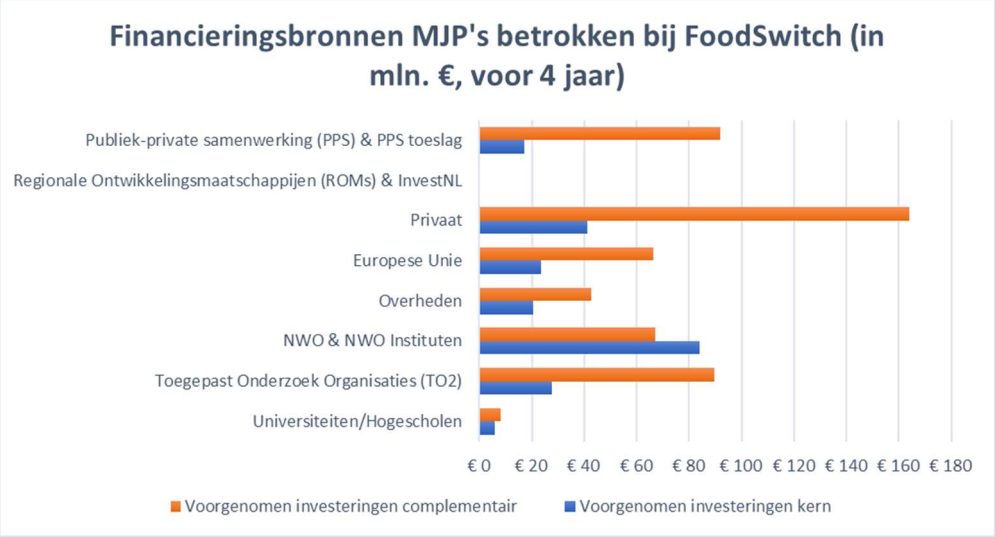
Vanuit de complementaire FoodSwitch gerelateerde programma's bezien geeft Tabel 4 een ander beeld dan de kernprogramma's. Bij het thema Energie en duurzaamheid zien we een sterkere betrokkenheid zowel voor complementaire als kernprogramma's. Het gaat hier vooral om het realiseren van mogelijkheden tot energiebesparing (bijvoorbeeld in kassen). De bijdrage van complementaire programma's aan het thema LWV liggen vrij laag – dit kan verklaard worden uit de toegepaste aard van FoodSwitch. Actuele relaties met de overige thema's zijn vrij

zwak met uitzondering van de NWA. Qua potentiële bijdragen vanuit complementair zijn verder het thema Gezondheid, de NWA routes en de MJP's Sleuteltechnologieën van belang.

Samenvattend laat Tabel 4 dus de sterkste bijdrage zien aan Energie en duurzaamheid, aan LWV en aan de NWA routes. Daarnaast toont de tabel een gemiddelde bijdrage aan Gezondheid en Sleuteltechnologieën. De bijdrage aan Veiligheid is het laagst.

5.3.2 *Omvang voorgenomen financieringsstromen*

Figuur 6 toont de belangrijkste partijen die voornemens zijn in FoodSwitch technologie te investeren, en de bijbehorende voorgenomen omvang van hun financiering van onderzoek. Deze informatie is gebaseerd op een analyse van de informatie zoals opgenomen in de MJP's die refereren aan FoodSwitch technologie (zie Kader 4).[27] Op de verticale as zijn de verschillende financieringsbronnen beschreven. De horizontale as geeft de bereidheid om te investeren in dit onderwerp weer, in miljoenen euro's per 4 jaar.



Figuur 6 Financieringsbronnen MJP's betrokken bij FoodSwitch [mln. Euro's / 4 jaar].

Figuur 6 laat zien dat voor de kernprogramma's NWO de grootste investeringsplannen heeft met een voorgenomen investering van € 84 miljoen. NWO is ook de enige partij waar de kernprogramma's groter in omvang zijn dan de complementaire programma's hetgeen past bij de missie van NWO. Private partijen, TO2, overheden, EU en PPS'en zijn voornemens in de orde van € 17-41 miljoen te investeren. De geringe investeringsplannen van de universiteiten en hogescholen (€ 6 miljoen) laten zich verklaren doordat deze vooral van één universiteit komen, t.w. Wageningen Universiteit en Research. Op basis van de beschikbare informatie in de MJP's kan geconcludeerd worden dat alleen de ROM's nog niet betrokken zijn bij Foodswitch gerelateerde MJP programma's. Bij

[27] Opgemerkt dient te worden dat Figuur 6 alleen de financieringsbronnen voor de sleuteltechnologieën weergeeft op basis van de informatie die is opgenomen in de MJP's. Voor het overige thematische onderzoek is geen informatie beschikbaar op een niveau van aggregatie die bruikbaar is voor deze analyse.

Foodswitch zijn een groot aantal verschillende programma's betrokken zowel in de kern als waar het gaat om complementaire programma's. Bij de kernprogramma's gaat het bijvoorbeeld om genotypisch en fenotypisch onderzoek, plantenveredeling, High-tech to feed the world, en fotosynthese-efficiëntie.

Figuur 6 laat ook zien dat (m.u.v. NWO) de voorgenomen investeringen in de complementaire technologieën die bijdragen aan de toepassing van Foodswitch gerelateerde programma's hoger zijn dan de kernprogramma's en -technologieën. Vooral private partijen hebben ambitieuze plannen met voorgenomen investeringen van € 164 miljoen. Daarnaast zijn PPS'en en TO2 instellingen belangrijke spelers met investeringsplannen in de orde van € 90 miljoen. NWO en EU verwachten ieder € 67 miljoen te investeren. De belangrijkste complementaire programma's hebben te maken met slimme systemen en ketens. Voorbeelden zijn Smart Industry en toepassing van AI in slimme ketens. Voor precisielandbouw zijn programma's die zich richten op meten en detecteren en sensing van specifiek belang. Ook hieronder vallen programma's over big data en energiebesparing.

Vrijwel alle actoren investeren dus meer in complementaire dan in kernprogramma's: voor de kernprogramma's is een totaal van €220 miljoen voor 4 jaar financiering voorgenomen, terwijl de plannen voor de complementaire programma's is een totaal van €530 miljoen voor 4 jaar bedragen.

6 Groeipotentieel

6.1 Inleiding

De volgende stap in de evaluatie van het voorstel is een toets op het groeipotentieel dat gecreëerd wordt met de onderzoeksresultaten van het voorstel. Omdat ook dit moeilijk objectief is in te schatten probeert TNO dit inzichtelijk te maken door een beeld te schetsen van het concurrentievermogen en het innovatievermogen van sectoren die de resultaten zouden kunnen toepassen. Het concurrentievermogen wordt hier geïllustreerd met andere indicatoren dan in Hoofdstuk 4, waar gekeken werd naar productiviteitsontwikkeling.

De aanname is dat als de kennis neerslaat in sectoren die innovatief en concurrerend zijn, dit leidt tot additionele toekomstige groei. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

6.2 Aanpak

LSA (zie Bijlage I) kan inzicht geven in hoe relevante bedrijfstakken (op basis van de SBI-classificatie) zich hebben ontwikkeld in de afgelopen jaren wat betreft concurrentievermogen (met indicatoren als exportintensiteit, toegevoegde waarde (specialisatie), groeiverschil van toegevoegde waarde met EU15) en innovatievermogen (met indicatoren als start-up intensiteit, scale-up intensiteit en R&D intensiteit).

De aanpak kent de volgende stappen:[28]

- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau) en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse concurrentievermogen (inclusief benchmark met EU15 voor groeiverschil en omvang toegevoegde waarde) en innovatievermogen, en duiding van de resultaten.

6.3 Resultaten

6.3.1 Concurrentievermogen

Figuur 7 geeft een beeld van het concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn bij FoodSwitch vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) groeiverschil toegevoegde waarde ten opzichte van het EU15-gemiddelde; ii) specialisatie van Nederland t.o.v. de EU15; en iii) de export intensiteit.

De grootte van een bol geeft de exportintensiteit van de bijbehorende sector weer: het deel van de productiewaarde (omzet) dat wordt geëxporteerd (uitgedrukt als percentage). Hoe groter een bol, hoe relevanter buitenlandse afnemers zijn voor de actoren in de sector.

[28] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

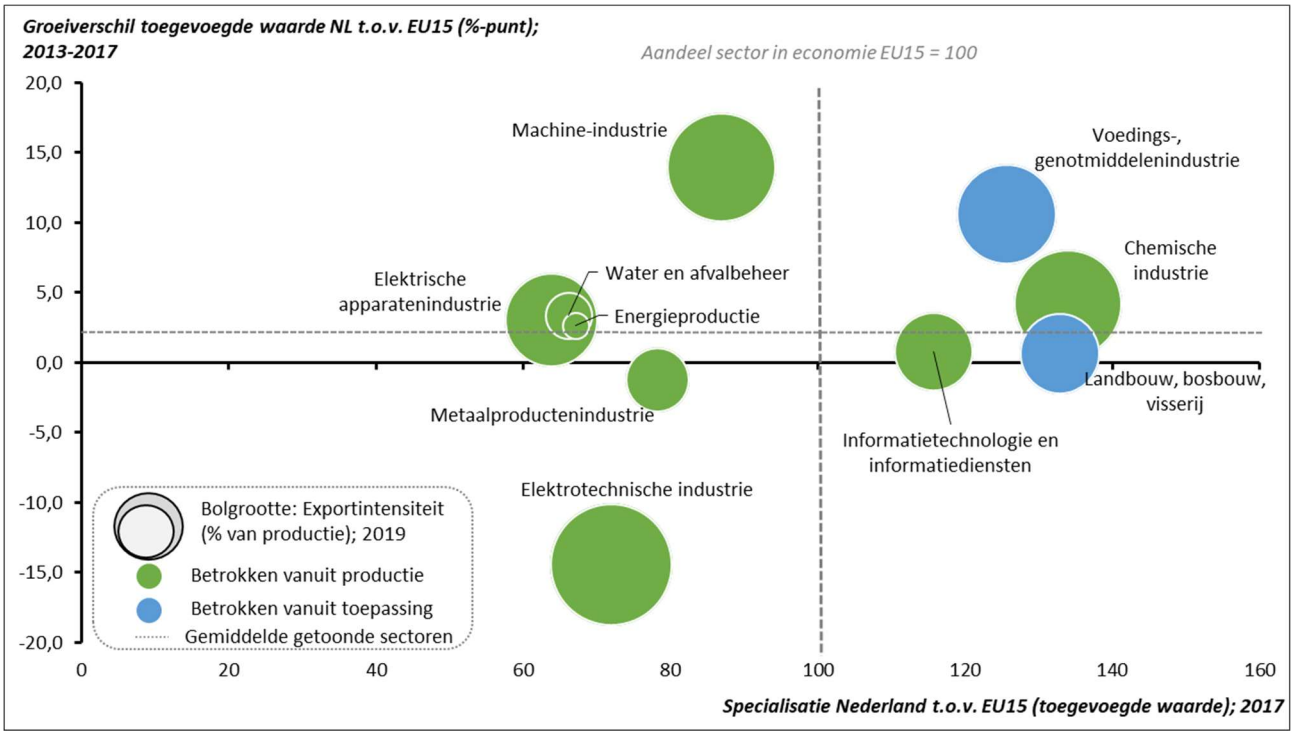
De horizontale as van Figuur 7 refereert aan de zogenaamde specialisatie-index. Deze wordt als volgt berekend:

$$\frac{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde Nederland}}{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde EU15}} \text{ x } 100.$$

De positie (projectie) van een bol op deze as geeft aan hoe het aandeel van de bijbehorende sector in de Nederlandse economie zich verhoudt tot het aandeel van dezelfde sector in de economie van de EU15. Een specialisatie-indexscore van 100 betekent dat het aandeel van een sector in de Nederlandse economie gelijk is aan het aandeel van diezelfde sector in de gezamenlijke economische omvang van de EU15. Wanneer een sector relatief groot is in Nederland (een indexscore groter dan 100), duidt dit op een oververtegenwoordiging ofwel een sterke positie in deze bedrijfsactiviteit. Omgekeerd drukt een specialisatiescore kleiner dan 100 ten opzichte van het EU15-gemiddelde een relatief beperkte vertegenwoordiging van een sector in Nederland uit.

De gedachte achter de specialisatie-index is dat een sectorale over-vertegenwoordiging het resultaat is van kostenvoordelen en productiviteitsvoordelen die samenhangen met specifieke gunstige factoren in Nederland: comparatieve voordelen, zoals unieke kennis, kunde, productietechnologie, menselijk kapitaal, (internationale) bereikbaarheid, vertrouwen, etc. Dergelijke voordelen bepalen in belangrijke mate de concurrentiepositie van Nederland in specifieke bedrijfsactiviteiten.

Op de verticale as van Figuur 7 is groeiverschil in toegevoegde waarde tussen Nederland en de EU-15 uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over hoe de bijbehorende Nederlandse sector zich ontwikkeld t.o.v. het gemiddelde van de sector in de EU-15. Hoe verder naar boven op de as, hoe sneller de groei in toegevoegde waarde ten opzichte van sectorgenoten in andere landen. Het groeiverschil tussen de Nederlandse economie en de EU15 was in de periode 2013-2017 nihil (0,0 procent): de economie van Nederland en de EU15 groeide gemiddeld per jaar in de periode 2013-2017 op een gelijk tempo. De horizontale as in Figuur 7 is derhalve het referentiepunt voor het gemiddelde groeiverschil tussen Nederland en de EU15. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft het gemiddelde groeiverschil van de Nederlandse sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel t.o.v. het bijbehorende EU-15 gemiddelde van dezelfde sectoren.



Figuur 7: Concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn bij FoodSwitch
Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).[29]

Zoals beschreven in Hoofdstuk 4 bouwen de programmalijnen in FoodSwitch op acht productiesectoren en zijn daarnaast twee sectoren geïdentificeerd waarin de innovaties kunnen worden toegepast (voor een overzicht van (het proces van) de selectie, zie Kader 4). Nederland heeft in vergelijking met de EU15 een sterke vertegenwoordiging van de toepassingssectoren Landbouw, bosbouw, visserij en Voedings- en genotsmiddelenindustrie, welke zich bovendien gunstiger dan elders in de EU15 ontwikkelden. Ook de sector Informatietechnologie en informatiediensten is in Nederland sterk vertegenwoordigd in vergelijking met de EU15.

Onder andere door de historisch sterke internationale positie in landbouw en voedsel,[30] heeft Nederland een goede uitgangspositie om ook in de toekomst een rol te spelen op deze internationale markt. Een groot deel van de producten die geproduceerd worden door de sectoren Landbouw, bosbouw, visserij en Voedings- en genotsmiddelen wordt geëxporteerd. Het is dus van belang een goede concurrentiepositie te houden op dit vlak.

Nederland heeft een redelijke uitgangspositie op de internationale agritech markt. Dit betreft de markt voor robots en aanverwante producten en diensten in de agrarische sector. De huidige wereldwijde omzet in deze markt wordt door ABN

[29] Het groeiverschil van de Elektrotechnische industrie in Nederland is eigenlijk nog groter dan weergegeven in de figuur. Op basis van Eurostat cijfers in constante prijzen, blijkt de reële groei van de Elektrotechnische industrie in de EU15 in de periode 2013-2017 in de orde van 25 procent per jaar te liggen, tegenover 1,2 procent in Nederland.
[30] Zo is Nederland, na de VS, de grootste exporteur van landbouwproducten ter wereld (WUR (2020) *De Nederlandse agrarische sector in internationaal verband*)

AMRO[31] geschat op 6 miljard euro. Nederlandse fabrikanten nemen hiervan meer dan 11 procent voor hun rekening. De Nederlandse bijdrage kan, volgens verwachting van ABN AMRO verdrievoudigen in 2030. Om die groei te realiseren is het van belang enkele knelpunten aan te pakken. In dit kader wordt genoemd: de Nederlandse wetgeving, betere toegang tot kapitaal en subsidie en de fragmentatie van kennis. Tussen onderzoekers, bedrijven en gebruikers bestaat nog onvoldoende uitwisseling van kennis, ondanks dat er meerdere interessante samenwerkingen zijn. De ontwikkelde kennis komt nog te weinig in het veld terecht. Ook het delen van verzamelde informatie en data (bijvoorbeeld uit sensoren en robots) met anderen is een heet hangijzer. Wanneer deze potentie bewaarheid wordt, zal dat naar verwachting een positief effect hebben op de Machine-industrie en Elektrotechnische industrie.

Mede gelet op de sterke internationale positie van Nederland op het gebied van landbouw en voedsel en de hoge exportintensiteit, zijn technologische ontwikkelingen die sector versterken en verduurzamen van belang. Nederland heeft een goede internationale positie op verschillende aspecten van agri en voedsel ontwikkelingen. Zo zijn de Nederlandse kassen wereldwijd bekend, is de eerste kweekvlees burger een Nederlandse uitvinding en hebben Nederlandse fabrikanten een substantieel deel van de wereldwijde agritech markt in handen.

Het is echter van belang deze kansrijke uitgangspositie om te zetten in daadwerkelijke koppeling aan de praktijk. Veel sectoren die een rol spelen bij het ontwikkelen van de toepassingen voor de agri en voedsel keten (zoals Machine-industrie, Elektrotechnische industrie en Elektrische apparatenindustrie) zijn in Nederland minder sterk geconcentreerd dan elders in de EU15.

6.3.2 Innovatievermogen

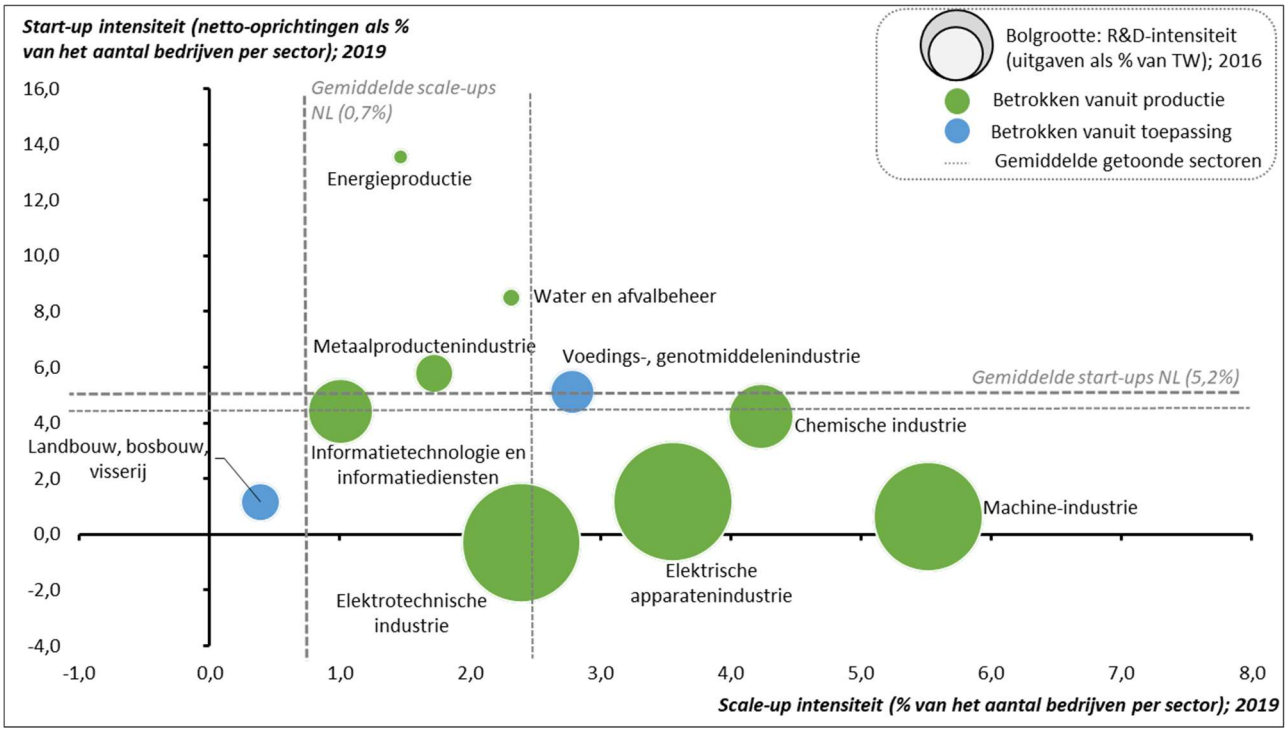
Figuur 8 geeft een beeld van het innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn bij FoodSwitch vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) start-up intensiteit; ii) scale-up intensiteit; en iii) R&D intensiteit.

De grootte van een bol geeft de R&D-intensiteit van een sector weer: de omvang van private R&D-uitgaven als percentage van de toegevoegde waarde van de bijbehorende sector.[32] Hoe groter een bol, hoe belangrijker (zelf ontwikkelde) kennis voor actoren in de sector.

Op de horizontale as van Figuur 8 is de scale-up intensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[33] De positie (projectie) van een bol op de horizontale as refereert aan het aantal snelle groeiers (conform de CBS-definitie) als percentage van het gemiddeld aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe verder naar rechts, hoe meer ‘vernieuwing’ door ‘doorgroeiers’. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde scale-up intensiteit. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de scale-up intensiteit van de sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

[31] ABN AMRO (2020) *Strijd om agrarische robots barst los*
[32] Cijfers van 2016 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[33] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).

Op de verticale as van Figuur 8 is de startupintensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[34] De positie (projectie) van een bol op de verticale as refereert aan het netto aantal bedrijfsoprichtingen (het saldo van bedrijfsoprichtingen en opheffingen) uitgedrukt als percentage van het aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe hoger op de verticale as, hoe meer 'vernieuwing' door 'nieuwkomers'. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 8: Innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn bij FoodSwitch[35]
Bron: CBS (bewerking TNO).

Figuur 8 laat zien dat de meerderheid van de sectoren die bij FoodSwitch betrokken kunnen zijn een bovengemiddeld aantal snelgroeiende bedrijven herbergt. Met name de Machine-industrie, de Chemische industrie en de Elektrische apparatenindustrie kennen een hoge scale-up intensiteit. Het zwaartepunt van R&D-uitgaven in de 10 geselecteerde sectoren bevindt zich ook in deze sectoren, met aanvulling van de Elektrotechnische industrie.

De Energieproductie sector, Water en afvalbeheer en Metaalproductenindustrie kennen een relatief hoge start-up intensiteit. De andere sectoren (zowel toepassingssectoren als productiesectoren) kennen een relatief lage start-up intensiteit. Met name in de Landbouw, bosbouw en visserij sector is er sprake van zowel een lage start-up intensiteit als scale-up intensiteit. Over het algemeen is er daarmee sprake van beperkte bedrijvendynamiek in sectoren die relevant zijn voor

[34] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[35] Het aantal bedrijven per sector in Start-up intensiteit en Scale-up intensiteit betreft het gemiddelde aantal bedrijven in die sector over vier kwartalen

FoodSwitch. Dit is een indicatie dat er relatief weinig bedrijven zijn die vernieuwing en innovatie omarmen en kansen zien om op basis hiervan door te groeien.

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel.

Voor EZK (directie I&K) werkt TNO aan een analyse van het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap: de zogenaamde Landschapsanalyse (LSA). De methodiek en de resultaten van deze analyse vormen de basis voor de informatie die TNO aanlevert aan de Stafdirectie Nationaal Groeifonds voor de beoordeling van de huidige 6 voorstellen door de Nationaal Groeifondscommissie.

In het kader van de LSA is een database gebouwd met 'bouwstenen' (feiten en cijfers) die inzichtelijk maken hoe het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap eruit ziet, en hoe dit landschap zich kan ontwikkelen. Het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap omvat sleuteltechnologieën (gevat in de zogenaamde Meerjaren programma's sleuteltechnologie (MJP's)), missie thema's (gevat in de zogenaamde Meerjaren Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's)) en wetenschappelijke programma's (gevat in de zogenaamde Nederlandse Wetenschappelijke Agenda (NWA-routes)). Daarnaast bevat deze database data uit andere databronnen, zoals die van CBS, CWTS, Eurostat en Elsevier. De LSA database omvat momenteel een zestal categorieën met onderliggende indicatoren. Tabel 5 geeft deze categorieën en de onderliggende indicatoren weer.

Voor de evaluatie van de groeifondsvoorstellen kan de LSA database worden ingezet om te evalueren hoe de voorstellen zijn 'verankerd' in het Nederlandse innovatiesysteem: in hoeverre deze kunnen bouwen op de capaciteiten van bestaande actoren en de relevante bestaande kenniskapitaalvoorraad; en in hoeverre de resultaten kunnen worden 'geabsorbeerd' door deze actoren. Dit geeft een indicatie van de potentie van de voorstellen - om tot resultaten te komen die kunnen worden toegepast in de economie, en/of om maatschappelijke uitdagingen te adresseren. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een reproduceerbare en herleidbare aanpak, die voor meerdere sectoren en technologieën (zoals beschreven in de voorstellen) ingezet kan worden.

Tabel 5: Categorieën van de LSA database.

Categorie 1 Thematische (nationale) agenda's • Bijdragen aan Missies (MMIP's) • Bijdragen aan NWA-routes • Bijdragen aan sleuteltechnologieën (MJP's) • Bouwen op Missies (MMIP's) • Bouwen op NWA-routes • Bouwen op sleuteltechnologieën (MJP's)	**Categorie 4 Initiatieven** • Bijdrage aan MJP's, MMIP's, NWA-routes – uitbreiding in 2021 • Betrokken initiatieven (naam initiatief) • Rol type initiatieven (PPS, innovatieprogramma's, agenda's en beleidsstrategieën, etc.) • Betrokkenheid initiatieven per regio
Categorie 2 Actoren • Dominante actoren (naam actoren) • Samenwerking actoren • Rol overheden • Rol type actoren (universiteiten, TO2, bedrijven, etc.)	**Categorie 5 Potentiële groei bedrijfstakken** • Verdienvermogen (o.a. groei TW bedrijfstakken, arbeidsproductiviteit) • Concurrentievermogen (o.a. specialisme) • Innovatievermogen (o.a. start-ups/scale-up intensiteit)
Categorie 3 Budgetten • Totaal budget • Budget per financieringsbron (PPS, ROM, privaat, EU, NWO, TO2, Universiteiten) • Allocatie private en publieke R&D-investeringen	**Categorie 6 Kennis- en technologiesterktes** • Kennissterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties) • Technologiesterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties)

Bijlage II: Programma's

Op basis van het voorstel is de scope bepaald. Hierin wordt onderscheid gemaakt in kern programma's en complementaire programma's. Hieronder staat een overzicht van welke programma's tot de kern van waterstof horen en welke programma's rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken.

Tabel 6: Thematische programma's.

Focus	Thematische programma's	Onderzoek & Innovatie ecosystemen (Dialogic)
Kern technologieën FoodSwitch	01.Fenotype – Genotype – Prototype	OIE 26 Plantveredeling & zaadtechnologie
	02. Building Blocks of Life - Begrip en benutting van cellulaire systemen*	
	03. Veredeling 2.0: Exploreren, exploiteren en combineren van genomen	
	06.Verbetering van de fotosynthese-efficiëntie (update 17 mei)	
	04 High Tech to Feed the World	OIE 27 Voedseltechnologie
	14. Maatschappelijk gewenste en veilige bio-technologische toepassingen, door middel van Safe-by-Design	
	MMIPA1 Verminderen gebruik meststoffen en water, en betere benutting nutriënten, vermindering stikstofdepositie op kwetsbare natuur	
	MMIPA3 Hergebruik organische zij- en reststromen	
	B2 Landbouwbodems, reductie lachgasemissie, verhoging koolstofvastlegging	
	D3 Veilige en duurzame primaire productie	
	D4 Duurzame en veilige verwerking	
	NWA Duurzame productie van gezond en veilig voedsel	
	MMIP2 Circulaire grondstoffen en (productie)processen	OIE 5 Circulaire materialen (incl. voedsel)
	NWA Circulaire economie en grondstoffenefficiëntie: duurzame circulaire impact	
	MMIPA4 Eiwitvoorziening voor humane consumptie uit (nieuwe) plantaardige bronnen	OIE 24 Eiwittransitie
Complementaire technologieën FoodSwitch	13. Smart personalized food and medicine	NA
	34. Smart Industry	OIE 42 Smart Industry
	NWA Smart Industry	
	45. Nederland Werkt in Slimme Ketens aan Artificiële Intelligentie (AI)*	OIE 49 AI
	NWA Waardecreatie door verantwoorde toegang tot en gebruik van big data	
	71. Meet- en Detectietechnologie	OIE 43 Sensoriek en meet- en detectietechnologie
	72. Evidence Based Sensing	
	NWA Meten en detecteren: altijd, alles en overal	
	MMIP 1 Ontwerp voor circulariteit	OIE 5 Circulaire materialen (incl. voedsel)

	MMIP11 Klimaatneutrale productie food en non-food	OIE 27 Voedseltechnologie
	MMIPA2 Gezonde, robuuste bodem en teeltsystemen gebaseerde op agroecologie en zonder schadelijke emissies naar grond en oppervlaktewater	
	MMIPC2 Klimaatadaptieve land- en tuinbouwproductiesystemen	
	MMIPB1 Energiebesparing, -productie en -gebruik (inclusief kas als energiebron)	OIE 18 Offshore constructies & energie
	NWA Blauwe route: water als weg naar innovatieve en duurzame groei	OIE 21 Watertechnologie

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2021 R10511

Het Groenvermogen van de Nederlandse economie (Groene Waterstof) - voorstel Groeifonds
Analyse van de strategische onderbouwing van het bbp-effect

Datum	16 februari 2021
Auteur(s)	Babette Bakker Thijmen van Bree Amber Geurts Govert Gijsbers Marcel de Heide Marissa Hoekstra Finn Speijer

Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	32
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	Programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds
Projectnummer	060.47859

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland 4
2.1 Inleiding 4
2.2 Aanpak 4
2.3 Resultaat 5

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen 10
3.1 Inleiding 10
3.2 Aanpak 10
3.3 Resultaten 10
3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven 10
3.3.2 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren 11

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling 16
4.1 Inleiding 16
4.2 Aanpak 16
4.3 Resultaten 16

5 Toepasbaarheid van de innovatie 21
5.1 Inleiding 21
5.2 Aanpak 21
5.3 Resultaten 21
5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid 21
5.3.2 Omvang voorgenomen financieringsstromen 23

6 Groeipotentieel 25
6.1 Inleiding 25
6.2 Aanpak 25
6.3 Resultaten 25
6.3.1 Concurrentievermogen 25
6.3.2 Innovatievermogen 28

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel. 31

Bijlage II: Programma's 32

1 Inleiding

In de Miljoenennota 2020 heeft het kabinet een investeringsfonds aangekondigd dat als doel heeft het verdienvermogen van Nederland duurzaam te vergroten. Dit Nationaal Groeifonds vloeit voort uit de eind 2019 verschenen groeistrategie, waarin geconstateerd is dat er aanleiding is voor extra investeringen, van incidentele en niet-reguliere aard, om het verdienvermogen te versterken. Voor de periode 2021-2026 is in het Nationaal Groeifonds 20 miljard Euro beschikbaar.

In de Miljoenennota 2020 zijn drie terreinen geformuleerd die het meest kunnen bijdragen aan de productiviteitsgroei, en daarmee het verdienvermogen: (1) Kennisontwikkeling; (2) Research & development (R&D) en innovatie; en (3) Infrastructuur.

Voor R&D zijn nu 6 voorstellen geformuleerd die ter beoordeling voorliggen aan de onafhankelijke Beoordelingscommissie (vanaf nu: commissie). Er is een analysekader opgezet om de beoordeling structureren (uniform te doorlopen). De afdeling Strategic Analysis and Policy (SA&P) van TNO is door de commissie van het Nationaal Groeifonds gevraagd om ondersteunende informatie aan te leveren voor de beoordeling van de voorstellen. Specifiek gaat het daarbij om input die de commissie kan helpen bij het evalueren met enkele van de zogenaamde criteria van de strategische onderbouwing van het bbp-effect, die onderdeel vormen van het analysekader.

Dit rapport bevat de ondersteunende informatie voor het voorstel getiteld FoodSwitch. De methodologie die is toegepast om te komen tot deze informatie is weergegeven in een separaat methodologierapport.[1]

[1] Zie: TNO (2021). *Methodologierapport behorende bij het programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds*.

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland

2.1 Inleiding

In de context van het analysekader van de commissie worden de voorstellen getoetst op hun vermogen om bij te dragen aan bbp-groei. Het analysekader beschrijft dat als een evaluatie van de strategische onderbouwing van bbp-effect. Een criterium is de mate waarin Nederland comparatieve voordelen heeft ten opzichte van andere landen op het investeringsgebied van het voorstel. TNO probeert dit inzichtelijk te maken door te analyseren wat Nederland op het gebied van kennis en technologie 'al in huis heeft' op die respectievelijke investeringsgebieden.[2] Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van of Nederland comparatieve voordelen heeft op de gebieden waar de voorstellen aan refereren.

2.2 Aanpak

Voor elk van de voorstellen worden de kennis- en technologievelden waaraan het bijbehorende onderzoek refereert geïdentificeerd. De LSA database (zie Bijlage I) kan vervolgens inzicht geven in hoe goed Nederland is op de relevante kennisvelden en sleuteltechnologieën, gebaseerd op eerdere 'kennisoutput', met indicatoren als citatie-impactscore en onderzoeksspecialisatie-index. Dit geeft een indicatie van de comparatieve voordelen waarop in de context van een voorstel wordt gebouwd, en aan wordt bijgedragen.

De aanpak kent de volgende stappen:[3]

- Linken voorstel aan kennisvelden en sleuteltechnologieën, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse kennis- en technologiesterktes, en duiding van de resultaten.

[2] De LSA database (zie Kader 1) kan ook inzicht geven in concurrentievermogen, innovatievermogen en specialisatie van relevante bedrijfstakken, t.o.v. EU-15. Dit wordt al in stap II.2.b en II.2.d gedaan en zullen wij daarom hier niet nogmaals genoemd.

[3] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

Kader 1: Linken voorstellen.

Om de voorstellen te linken is het noodzakelijk om op basis van ‘expert judgement’ aan te geven:

- met welke kennisvelden (volgens CWTS indeling) het voorstel te linken is;
- met welke MMIP’s / MJP’s / NWA routes het voorstel een directe (kern) of indirecte (complementair) link heeft;
- en met welke sectoren/bedrijfstakken (op SBI-niveau) het voorstel te linken is.

Op die manier kunnen de verschillende bouwstenen (cijfers) uit de LSA database gelinkt worden aan een voorstel om de cijfers naar boven te halen.

Deze inschatting zal in eerste instantie gedaan worden door leden van het projectteam. Analyses gebaseerd op expert judgement zijn onderhevig aan individuele bias door de kennis waarover de experts beschikking hebben. Door de expert judgement te valideren met andere TNO-experts, kan zogenaamde ’intersubjectiviteit overeenkomst’ worden gecreëerd. Deze validatieslag draagt bij aan de ‘robuustheid’ van de analyse.

2.3 Resultaat

Figuur 1 toont een vergelijking van de kennisvelden die belangrijk zijn voor het bouwen van een sterke positie in groene waterstof, en geeft een vergelijking van de Nederlandse publicaties in deze velden met 20 referentielanden.[4] Voor een selectie van de relevante kennisvelden, zie Kader 2.

De omvang van een bol geeft de omvang in aantal publicaties in dezelfde periode weer. Hoe groter de omvang van deze bol, hoe meer publicaties er zijn uitgegeven.

Op de horizontale as van Figuur 1 is de citatie-impactscore uitgezet.[5] De citatie-impact geeft weer hoe vaak er door wetenschappelijke publicaties naar Nederlandse publicaties wordt verwezen. Hoe vaker er wordt gerefereerd, hoe hoger de wetenschappelijke impact. De citatie-impactindex vergelijkt de citatie-impact van Nederland met 20 referentielanden. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de kwaliteit van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe verder de bol naar rechts staat, hoe hoger de wetenschappelijke impact van Nederland in dit kennisveld ten opzichte van de referentielanden. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse citatie-impactscore van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde citatie-impactscore van de kennisvelden in Nederland die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

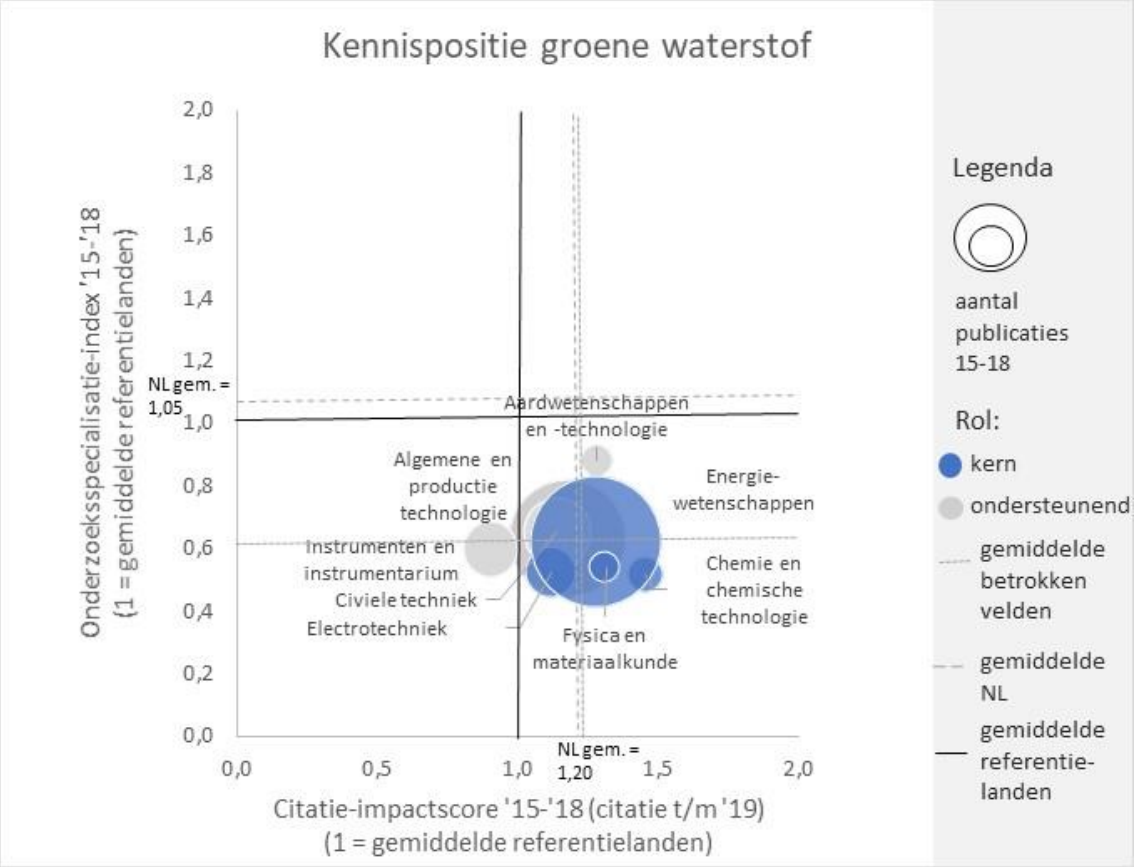
Op de verticale as van Figuur 1 is de onderzoekspecialisatie uitgezet.[6] De onderzoekspecialisatie geeft de verdeling van Nederlandse publicaties over kennisvelden weer. Hoe meer publicaties in een kennisveld, hoe hoger dit aandeel. De onderzoeksspecialisatie-index vergelijkt deze onderzoeksspecialisatie met de onderzoeksspecialisatie van de referentielanden. Deze normalisering is nodig, omdat het belang van publiceren per kennisveld verschilt. De positie (projectie) van

[4] Australië, België, Canada, China, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Ierland, Italië, Japan, Noorwegen, Oostenrijk, Singapore, Spanje, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten, Zweden, Zuid-Korea en Zwitserland

[5] Cijfers over de periode 2015-2018.

[6] Cijfers over de periode 2015-2018.

een bol op de verticale as zegt iets over de omvang van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe hoger de bol staat op de verticale as, hoe groter het relatieve aandeel van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse onderzoekspecialisatie van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde onderzoekspecialisatie van de sectoren in Nederland die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 1 Kennispositie groene waterstof.

Bron: CWTS citatie index-systeem, gebaseerd op ruwe data Web of Science, bewerking Rathenau Instituut (figuur gemaakt door TNO), 2020.

In het selectieproces (zie Kader 2) zijn 5 kennisvelden met een kern-rol geïdentificeerd, en 4 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 36 kennisvelden.[7]

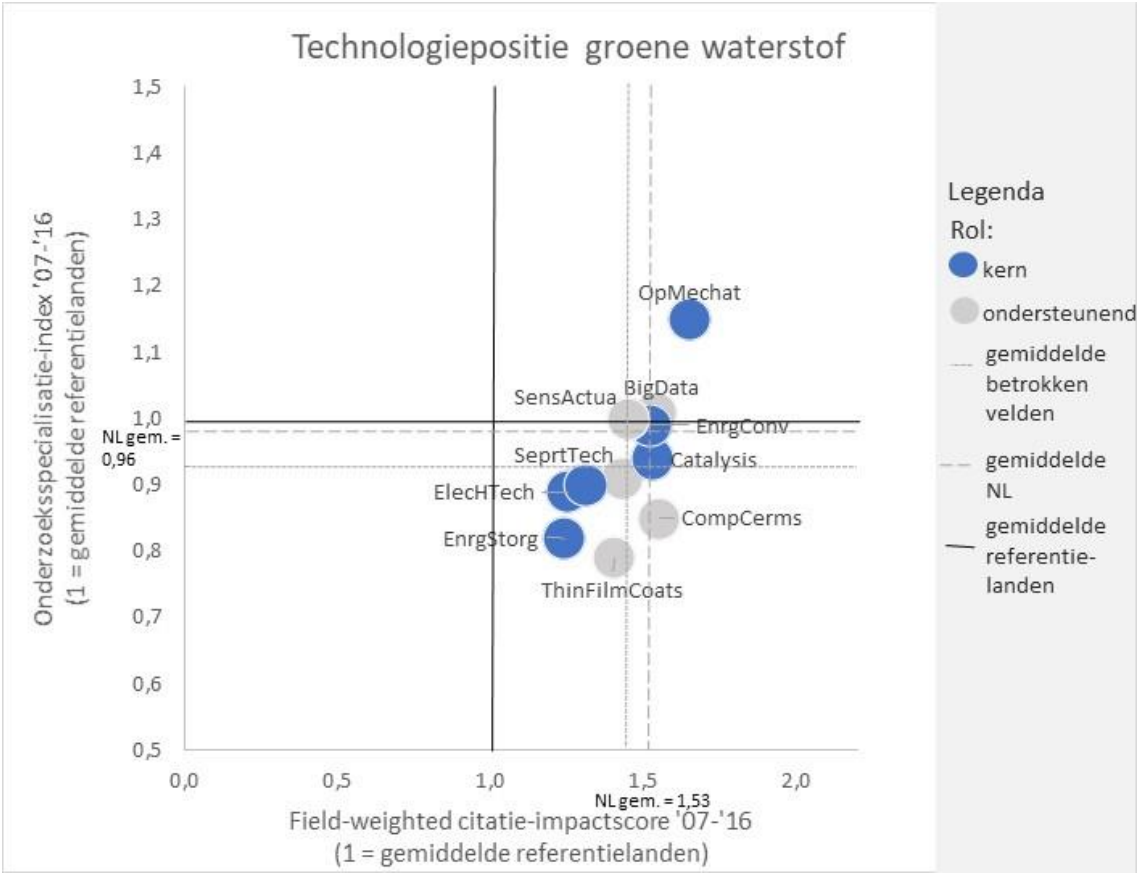
Figuur 1 geeft een consistent beeld van de kennisvelden die belangrijk zijn bij groene waterstof, namelijk dat Nederland relatief weinig publiceert in deze kennisvelden, maar dat de publicaties wel relatief vaak geciteerd worden. Ten opzichte van de jaren 2009-2012 lopen zowel de onderzoeksspecialisatie-index als de citatie-impactscore terug. Rathenau heeft de ontwikkeling van de brede wetenschapsgebieden in de periode 2003 en 2018 onderzocht,[8] en ziet een afname van de Natuur en Techniek gebieden in zowel de onderzoeksspecialisatie-index als

[7] Op basis van de classificatie van CWTS.
[8] Rathenau (2020). Ontwikkeling van het wetenschappelijk onderzoeksprofiel van Nederland

de citatie-impactscore, en geeft aan dat de opkomst van China hier een grote rol in speelt.

Publicaties uit de drie kennisvelden Chemie en chemische technologie en Fysica en materiaalkunde en Energiewetenschappen worden relatief het meest geciteerd, wat met name kansen biedt voor het gebruik van waterstof in de chemische industrie. De relatief sterke kennispositie die Nederland inneemt in de Chemie en chemische technologie neemt wel significant af (24% afname in citatie-impactscore ten opzichte van 2009-2012).

Figuur 2 toont een vergelijking van belangrijke sleuteltechnologieën op basis van Nederlandse publicaties in vergelijking met de EU-28 landen. De betekenis van de omvang van de bollen, en de positie (projectie) op de assen is gelijk aan die van Figuur 1.



Figuur 2 Technologiepositie sleuteltechnologieën groene waterstof.

Bron: Elsevier (2018) Kwantitatieve analyse van onderzoek en innovatie in sleuteltechnologieën in Nederland.

In het selectieproces (zie Kader 2) zijn 6 sleuteltechnologieën met een kern-rol geïdentificeerd, en 5 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 51 sleuteltechnologieën.[9]

[9] Op basis van de classificatie van NWO en TNO

Figuur 2 laat zien dat de kwaliteit en omvang van publicaties in velden die belangrijk zijn voor waterstof beperkt is in vergelijking met andere velden in Nederland. Ten opzichte van andere EU worden publicaties in deze velden nog wel relatief vaak geciteerd, maar dit geldt voor Nederlandse publicaties in het algemeen. Publicaties over de sleuteltechnologieën (Opto)mechatronica, Energieconversiematerialen en Katalyse worden relatief het meest geciteerd. Ook dit duidt op een sterke positie voor het gebruik van waterstof in de chemie. Dit beeld komt overeen met het beeld dat ontstaat wanneer wordt gekeken naar Figuur 1 waarin de kennisvelden staan.

Kader 2: Scope kennisvelden en sleuteltechnologieën

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de kennisvelden en sleuteltechnologieën die relevant zijn voor groene waterstof.

Selectie scope kennisvelden
Een kennisveld speelt een kern rol als in dit kennisveld onderzoek wordt gedaan wat zelfstandig tot doorbraken kan leiden in groene waterstof, zoals Fysica en Materiaalkunde bij groene waterstof. Andere kennisvelden hebben een complementaire rol, omdat kennis over dit domein samengebracht moet worden met kennis over de technologie om te komen tot effectieve toepassingen in het domein. In het geval van groene waterstof gaat het om technologieën die de helpen bij het realiseren van een infrastructuur voor groene waterstof, zoals Civiele techniek.

Het onderzoeks- en innovatieprogramma van het voorstel groene waterstof kent zeven programmalijnen, waar kennis vanuit de wetenschap voor nodig is. Grofweg kan dit opgesplitst worden in opschaling van koolstofneutrale waterstof, transport en opslag, gebruik van waterstof in mobiliteit, industrie, chemie of gebouwde omgeving en het verduurzamen van de waterstofproductie. Voor opschaling van waterstofproductie door middel van elektrolyzers is de combinatie van kennis over Algemene en productietechnologie en kennis over Elektrotechniek van belang. Instrumenten en instrumentarium hebben een ondersteunende rol door het meten van de kwaliteit en kwantiteit waterstof, de mengvormen en de verontreiniging en daarnaast voor het ijken en kalibreren. Voor transport en opslag is kennis over de Civiele techniek nodig, bijvoorbeeld voor het bouwen van zoutcavernes of aanpassen van waterstoftankstation. Aardwetenschappen en -technologie speelt hier een ondersteunende rol, omdat ondergrondse opslag in zoutcavernes essentieel is voor opschaling van het waterstofgebruik. Het gebruik van waterstof vraagt om een aanpassing van voertuigen en fabrieken. De kennisvelden Werktuigbouwkunde en Electrotechniek dragen hieraan bij. Innovaties die bijdragen een duurzamer proces om waterstof te produceren komen uit het kennisveld Fysica en materiaalkunde en Chemie en chemische technologie.

Koolstofneutrale waterstof maakt daarnaast gebruik van duurzame energie en om deze productie grootschalig op te zetten, is een gebalanceerd energienetwerk nodig. Het kennisveld Energiewetenschappen heeft hier een ondersteunende rol.

Selectie scope sleuteltechnologieën
Sleuteltechnologieën kunnen op dezelfde manier worden geïdentificeerd. Elektrificatie en waterstoftechnologie in combinatie met mechatronica vormen de basis voor een duurzame en grootschalige waterstofproductie. Voor transport en opslag in bijvoorbeeld tanks is mechatronica belangrijk, maar ook energieopslagmaterialen kunnen gebruikt worden om waterstof in op te slaan. Katalyse is de belangrijkste technologie in het omzetten van waterstof naar chemicaliën en speelt ook een belangrijke rol in de productie van waterstof via elektrolyse. Scheidingstechnologie is daarnaast een technologie die de stikstofuitstoot bij verbranding van waterstof kan verminderen.

Sleuteltechnologieën zoals coatings, composieten en keramiek en sensoren vervullen een ondersteunende rol in het realiseren van een sterke en veilige infrastructuur voor waterstof. Energieconversie materialen worden daarnaast gebruikt voor het omzetten van energie in het energienet.

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen

3.1 Inleiding

Een tweede strategisch criterium dat wordt getoetst is of het voorstel een in Nederland aanwezig ecosysteem versterkt. Op basis van de aanwezige informatie in de LSA database (zie Bijlage I) schetst TNO daartoe een beeld van de bestaande ecosystemen die de kennis zouden kunnen toepassen, en de actoren die daar momenteel onderdeel van uitmaken. Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van het vermogen van de voorstellen om bestaande ecosystemen in Nederland te versterken.

3.2 Aanpak

De LSA kan inzicht geven in welke actoren in het NL innovatielandschap onderzoek (willen) doen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Deze actoren analyse, die een inzicht geven van het netwerk van actoren actief binnen een bepaalde programma, is met enige aanpassingen te linken aan de innovatie ecosystemen zoals gedefinieerd in het Dialogic rapport.[10]

De aanpak kent de volgende stappen:[11]

- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Linken Dialogic rapport met thematische KIC en check op actoren.
- Analyse actoren en innovatie ecosysteem, en duiding van de resultaten.

3.3 Resultaten

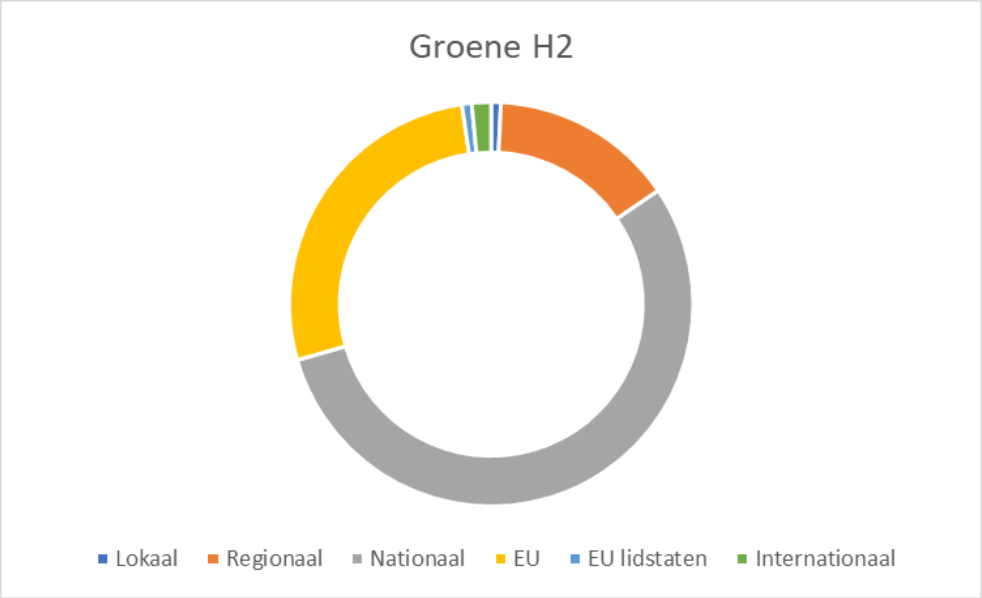
Om een beeld te vormen van het type onderzoek- en innovatie ecosysteem van groene waterstof wordt een analyse uitgevoerd naar het type initiatieven, en het type actoren binnen dit ecosysteem.

3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven

Figuur 3 geeft een overzicht van de typen initiatieven die in het onderzoek en innovatielandschap van groene waterstof technologie worden ondernomen (voor zowel kerntechnologieën als complementaire technologieën). Figuur 3 maakt daarbij onderscheid naar niveau: lokale, regionale, nationale, EU, EU lidstaten of internationale initiatieven.

[10] De 56 innovatie ecosystemen geïdentificeerd in het Dialogic rapport zijn goed te linken aan de thematische KIC. In de meeste gevallen wordt een breder innovatie ecosysteem in kaart gebracht binnen de LSA database dan in het Dialogic rapport waar het aantal actoren is gelimiteerd tot 15 illustratieve actoren.

[11] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.



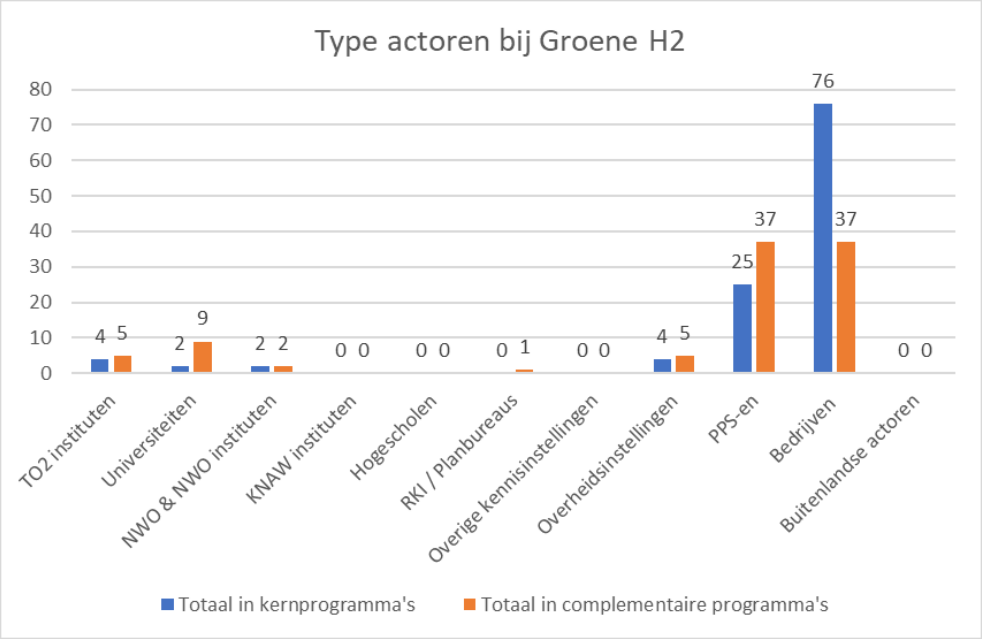
Figuur 3: Typen initiatieven betrokken in het onderzoek en innovatie ecosysteem van groene waterstof naar niveau.[12]

Figuur 3 laat zien dat het onderzoek en innovatie ecosysteem van groene waterstof kan worden gedefinieerd als een innovatie ecosysteem met een nationale focus (ruim 50% van de initiatieven. Ook EU initiatieven en regionale initiatieven worden ondernomen. De grootste potentie om met dit innovatie ecosysteem impact te genereren ligt dus binnen Nederland, en dan met name waar regionale initiatieven worden gekoppeld aan nationale initiatieven.

3.3.2 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren

Figuur 4 geeft een overzicht van de typen actoren in het onderzoek en innovatielandschap van groene waterstof technologie. Figuur 4 laat daarbij zowel de actoren zien die actief zijn binnen de groene waterstof ‘kern’ technologieën, alsmede de actoren die actief zijn binnen de groene waterstof ‘complementaire’ technologieën.

[12] Deze gegevens bouwen op een analyse van de initiatieven die gekoppeld kunnen worden aan het thematische beleid. Initiatieven omvatten infrastructuren, campussen, PPS’en, etc. Zie het methodologierapport voor een nadere toelichting van deze indicator.



Figuur 4: Type actoren betrokken in het onderzoek en innovatie ecosysteem van groene waterstof.

Figuur 4 laat zien dat het onderzoek en innovatie ecosysteem van groene waterstof kan worden gedefinieerd als een innovatie ecosysteem waarin bedrijven een prominente rol in het ecosysteem spelen.[13] De nadruk binnen dit ecosysteem wordt hierdoor gelegd op innovatie voor de markt en minder op (wetenschappelijk) onderzoek.

Tabel 1 geeft een overzicht van de verdeling van de type actoren in het onderzoek en innovatie ecosysteem rondom groene waterstof. Tabel 1 is een berekening van het percentage van ieder type actoren in relatie tot het totaal aantal actoren dat binnen dit ecosysteem actief is.

Tabel 1 Verdeling actoren onderzoek en innovatie ecosysteem groene waterstof.

Type actoren	Totaal in kernprogramma's	Totaal in complementaire programma's
TO2 instituten	5%	8%
Universiteiten	2%	15%
NWO & NWO instituten	2%	3%
KNAW instituten	0%	0%
Hogescholen	0%	0%
RKI / Planbureaus	0%	2%
Overige kennisinstellingen	0%	0%
Overheidsinstellingen	5%	8%
Bedrijven	86%	63%

Tabel 1 laat zien dat in de kerntechnologieën van groene waterstof voornamelijk bedrijven actief zijn (86%), met een geringere rol voor de andere typen actoren. De verdeling tussen de type actoren is iets gevarieerde bij de complementaire technologieën van groene waterstof, waarbij bedrijven (63%), universiteiten (15%), TO2 (8%) en overheidsinstellingen (8%) de voornaamste rollen innemen.

[13] Voor meer details, zie Dialogic (2020) rapport over onderzoek en innovatie ecosystemen.

Tabel 2 is een verdere verdieping en specificatie van Tabel 1. Tabel 2 geeft voor de kerntechnologieën van groene waterstof aan welke dominante actoren een rol spelen in dit onderzoek en innovatie ecosysteem. Tabel 2 is berekend door een optelsom te maken van de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie - 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de 5 programma's die behoren tot de kerntechnologieën van groene waterstof (zie scope in Kader 3).

Tabel 2 Dominante actoren kern.[14]

Actor	Mate van betrokkenheid kern
TNO	10
Topsector Chemie	10
Topsector Energie	10
Topsector HTSM	10
Ministerie van EZK	9
NWO	8
TO2 instituten	7
TKI Energie en Industrie	6
Topsector Agri&Food	5
Brightsite	5
VoltaChem	5
DIFFER: Dutch Institute for Fundamental Energy Research	4
ARC CBBC	4
ISPT	4
MCEC	4
VDL Groep	4
Maastricht University	3
RVO	3
ECCM	3
TKI Nieuw Gas	3
Topsector Logistiek	3
Brightland Chemelot Campus (BCC)	3
NIOK/VIRAN	3
Rabobank	3
Sitech Services	3

Tabel 3 is een verdere verdieping en specificatie van Tabel 1. Tabel 3 geeft voor de complementaire technologieën van groene waterstof aan welke dominante actoren een rol spelen in dit onderzoek en innovatie ecosysteem. Tabel 3 is berekend door een optelsom te maken van de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie – 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de 5 programma's die behoren tot de kerntechnologieën van groene waterstof (zie scope in Kader 3).

[14] Voor een nadere toelichting op deze tabel en de berekening erachter, zie het methodologierapport.

Tabel 3 Dominante actoren complementair[15]

Actor	Mate van betrokkenheid complementair
Ministerie van EZK	19
TNO	17
NWO	14
Topsector Energie	11
TU Delft	10
Topsector Creatieve Industrie	9
NLR	8
4TU	8
Topsector Chemie	8
Topsector Logistiek	8
TO2 instituten	7
Topsector HTSM	7
Universiteit Twente	6
Wageningen Universiteit	6
TKI Nieuw Gas	6
Topsector Water & Maritiem	6
Royal DSM	6
Shell	6
Energie Beheer Nederland (EBN)	5
TU Eindhoven	4
Universiteit Utrecht	4
Ministerie van Defensie	4
Ministerie van IenW	4
NXP Semiconductors	4
Royal Philips	4
Tata Steel	4
BASF	4
Sabic	4
Deltares	3
Ministerie van BZK	3
AutomotiveNL	3
FME	3
MaterialenNL Platform	3
Nationaal Programmabureau Smart Industry	3
Nederland Maritiem Land (NML)	3
TKI Energie en Industrie	3
TKI Maritiem	3
TKI Solar Energy	3
TKI Urban Energy	3
TKI Wind op Zee	3
Topsector T&U	3
Holst Center	3

[15] Voor een nadere toelichting op deze tabel en de berekening erachter, zie het methodologierapport.

Kader 3: Scope thematische programma's.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de programma's die betrokken zijn bij groene waterstof technologie. Op basis van het voorstel hebben de TNO experts door middel van expert judgement de scope van de geselecteerde programma's in de database bepaald. Er is onderscheid gemaakt tussen twee verschillende type programma's: kernprogramma's en complementaire programma's. Kernprogramma's zijn programma's die belangrijk zijn om groene waterstof verder te ontwikkelen. De complementaire programma's zijn programma's die rand-voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken en richten zich op 3 toepassingsgebieden.

Tot de kern programma's van groene waterstof behoren de technologie programma's: MJP 56. Elektrochemische Conversie & Materialen en industriële elektrificatie, MJP 59. Climate Proof Chemistry, MJP 70. Katalyse en procestechnologie, MMIP 8 Maximale elektrificatie en radicaal vernieuwende processen en MMIP 9 Innovatieve aandrijving en gebruik van duurzame energiedragers voor mobiliteit.

Geselecteerde complementaire programma's die rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken zijn gericht op, onder andere, mobiliteit, gebouwde omgeving en industrie en omvatten: MJP 41. Duurzame luchtvaart, MJP 42. Maritieme sleuteltechnologieën, MJP 89. Technology for green smart and safe mobility , MMIP 2. Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving, MMIP 4. Duurzame warmte (en koude) in de gebouwde omgeving (incl. glastuinbouw), MMIP 5. Het nieuwe energiesysteem in de gebouwde omgeving in evenwicht, MMIP 1. Hernieuwbare elektriciteit op zee, MMIP 6. Sluiting van industriële ketens, MJP 34. Smart Industry, MJP 38. Batteries of the future, MJP 82. Materiaaltechnologie, en NWA Materialen.

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling

4.1 Inleiding

Een volgende stap in het analysekader is een toets op de potentiële impact van de onderzoeksresultaten op de productiviteit. TNO maakt geen directe inschatting van deze potentiële bijdrage van het onderzoeksvoorstel - het is niet mogelijk om dat objectief te doen. TNO beschrijft productiviteitsontwikkelingen in die sectoren waarin de kennis die voortkomt uit de voorstellen zou kunnen worden toegepast. De aanname is dat toepassing in sectoren die een sterke ontwikkeling in hun productiviteit kennen leidt tot additionele groei van de productiviteit van de Nederlandse economie.[16] Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de productiviteitsbijdrage van de individuele voorstellen.

4.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan sectoren waar die kennis kan worden toegepast, kan met behulp van informatie in de LSA-database (zie Bijlage I) inzichtelijk worden gemaakt hoe de productiviteit, als proxy voor verdienvermogen, zich in de afgelopen jaren hebben ontwikkeld in die sectoren in Nederland. TNO beschrijft dit verdienvermogen aan de hand van drie indicatoren: groei arbeidsproductiviteit, groei toegevoegde waarde, en omvang toegevoegde waarde.[17]

De aanpak kent de volgende stappen:[18]

- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau), en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse en duiding van de resultaten.

4.3 Resultaten

Figuur 5 toont voor sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van groene waterstof de arbeidsproductiviteitsgroei en groei van toegevoegde waarde.[19] De grootte van de bollen duidt de omvang van de toegevoegde waarde (bbp-bijdrage).[20] Dit zegt iets over de relevantie van de sector voor de totale Nederlandse economie. Hoe groter deze bol, hoe omvangrijker het aandeel in de economie (de bbp-bijdrage).

Op de horizontale as van Figuur 5 is groei van de toegevoegde waarde (in procenten voor de periode 2013 - 2019) uitgezet. De positie (projectie) van een bol

[16] Zie bijvoorbeeld: EZK (2020). *Visie op de toekomst van de industrie in Nederland (2020)*. www.rijksoverheid.nl.

[17] Een vergelijking met de EU15 op enkele van deze indicatoren komt in Hoofdstuk 6 aan bod, in de beschrijving van het concurrentievermogen van Nederland. Voor een vergelijking van de arbeidsproductiviteitsontwikkeling van Nederland in internationaal perspectief, verwijzen we naar het TNO-rapport “Groeisectoren in Nederland in internationaal perspectief (TNO-rapport 2020 R11529, zie ook: www.rijksoverheid.nl (hyperlink)).

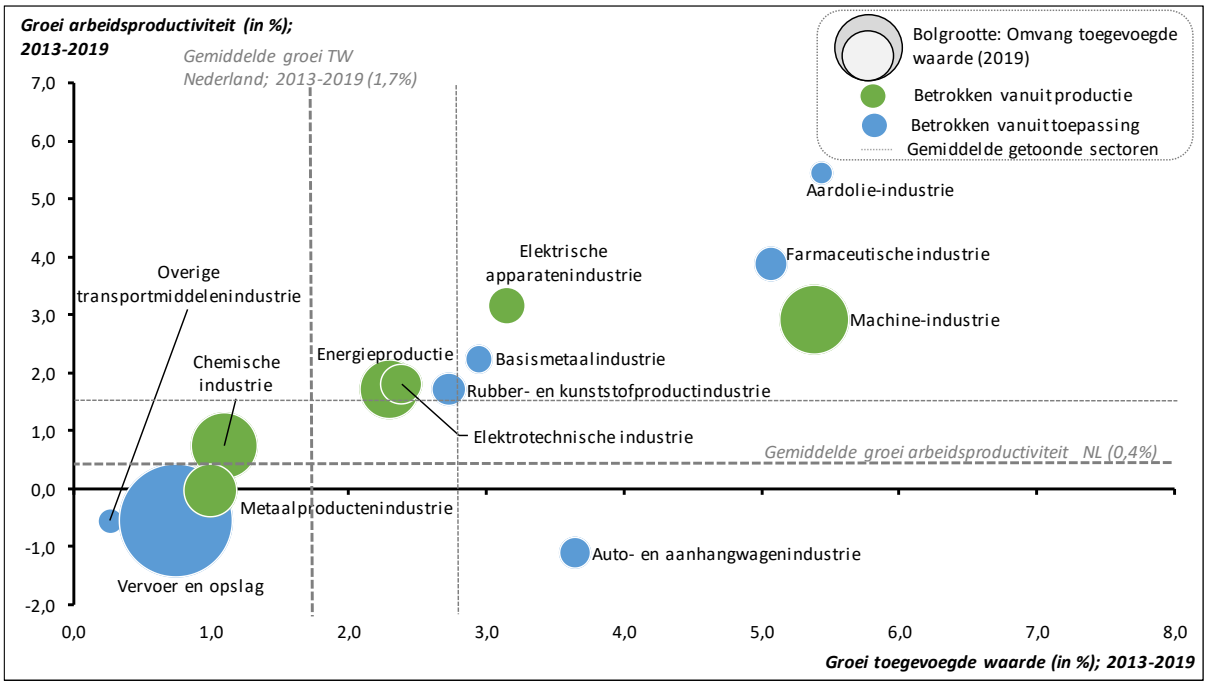
[18] Deze stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

[19] Cijfers over de periode 2013-2019.

[20] Cijfers voor 2019.

op de horizontale as zegt iets over de ontwikkeling in de relevantie van de bijbehorende sector: hoe verder naar rechts, hoe belangrijker deze is geworden voor de Nederlandse economie in de afgelopen jaren. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de toegevoegde waarde van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 5 is groei van de arbeidsproductiviteit (in procenten voor de periode 2013 - 2019) uitgezet De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over de ontwikkeling in de waarde die gemiddeld wordt gecreëerd per gewerkt uur, en daarmee over de ontwikkeling van het concurrentievermogen in een internationaal perspectief. Hoe verder naar boven op de as, hoe productiever en hoe concurrerender de bijbehorende sector is geworden in de afgelopen jaren. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de arbeidsproductiviteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 5: Verdienvermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie en toepassing van groene waterstof. Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO)

Waterstof geproduceerd op basis van hernieuwbare energie zoals wind op zee, oftewel groene waterstof, wordt gezien als belangrijk middel om de industrie, mobiliteit en gebouwde omgeving te verduurzamen. Het Groeifondsvoorstel onderscheidt zes programmalijnen waarin de volgende onderwerpen aan bod komen: i) het produceren van groene waterstof door elektrolyse; ii) transport en opslag van waterstof; iii) direct gebruik in mobiliteit (zoals *heavy duty* vrachtwagens en scheepvaart); iv) en v) gebruik van waterstof als energiedrager en *feedstock* in de koolstof- en stikstof- gebaseerde chemische industrie; en vi) gebruik van

waterstof als energiedrager en *feedstock* in de productie van chemische halffabricaten en '*specialities'* (zoals verf en coatings).

Uit deze omschrijving blijkt een grote rol voor de chemische industrie, in zowel de productie van waterstof via elektrolyse als de toepassing van waterstof in chemische productieprocessen. Daarnaast kan ook de energiesector een grotere betrokkenheid bij de productie van waterstof hebben via wind- en zonne-energie[21]. Ook zijn er een aantal industrietakken die onderdelen kunnen leveren voor de productie van elektrolysers of de benodigde hogedruk tanks voor vervoer en opslag van waterstof. Zodoende zijn uit de analysedatabase met ongeveer 40 bedrijfstakken (SBI-afbakening) zes productiesectoren geselecteerd en zeven sectoren die als primaire gebruikers van waterstof zijn getypeerd (zie Kader 4). Tezamen brachten deze 13 sectoren in 2019 ongeveer 13,4 procent van het bbp voort. Vervoer en opslag, Chemische industrie en Machine-industrie leveren van deze 13 sectoren de grootste bbp-bijdrage.

Figuur 5 laat zien dat in acht sectoren de gemiddelde jaarlijkse groei van de arbeidsproductiviteit en toegevoegde waarde in de periode 2013-2019 (ruim) boven het Nederlands gemiddelde lag. Dit zijn met andere woorden sectoren waar het verdienvermogen en concurrentievermogen versterkt is. In deze groep bevinden zich vier sectoren die een rol kunnen spelen in de productie van (onderdelen voor) elekrolysers of bijvoorbeeld opslagtanks: Elektrotechnische industrie, Elektrische apparatenindustrie en Machine-industrie. Indien Nederland een positie weet te verwerven in de mondiale markt voor elektrolyzer onderdelen,[22] dan zullen de Elektrotechnische industrie, Elektrische apparatenindustrie en Machine-industrie hier vermoedelijk van profiteren. De sector Energieproductie levert een randvoorwaarde voor de productie van groene waterstof: de productie van hernieuwbare energie.

De sectoren die als gebruiker van waterstof zijn geselecteerd betreffen ofwel energie-intensieve industrie zoals Rubber en kunststofproducten, Basismetaal en Aardolie-industrie. Voor hen is het gebruik van waterstof een cruciale factor in de elektrificatie of verduurzaming van feedstocks in productieprocessen. Het gebruik van waterstof zal niet direct tot (verdere) productiviteitsstijging leiden, maar draagt bij aan het halen van de Klimaatdoelen. Industrietakken zoals Auto- en aanhangwagenindustrie en Overige transportmiddelenindustrie kunnen daarentegen in potentie profiteren van toenemende vraag naar brandstofcellen en andere op waterstof gebaseerde aandrijving van motoren.

[21] Wanneer waterstof via een centraal net gedistribueerd gaat worden, dan kan er een markt ontstaan waarbij de chemische industrie de waterstof uit de pijpleiding gaat halen in plaats van zelf produceren. In dat geval speelt de chemische industrie een rol als toepasser.
[22] Uit het FME (2019) rapport '*Waterstof: Kansen voor de Nederlandse industrie'* blijkt dat Nederland geen Original Equipment Manufacturers (OEM) herbergt om complete elektrolyzers te fabriceren.

Kader 4: Scope sectoren.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van: i) de sectoren die een rol spelen bij de 'productie' van groene waterstof; en ii) in welke sectoren groene waterstof toegepast kan worden. De selectie van toepassingssectoren is gebaseerd op de zes programmalijnen in het groeifondsvoorstel, het meegeleverde rapport van Roland Berger (2020)[23], FME (2019)[24] en TNO-onderzoek in 2020 m.b.t. 'Power 2 Chemicals'. De selectie van sectoren die betrokken zijn in respectievelijk productie of toepassing van waterstof is gevalideerd middels *expert judgement* door TNO experts.

Bij de selectie is een 'conservatie afbakeningsstrategie' gehanteerd. In geval van twijfel of de importantie van een toepassingsgebied, bijvoorbeeld omdat slechts één bron hier melding van maakt, is de sector niet opgenomen in onze analysefiguren.

Zes sectoren uit de lijst van ongeveer 40 bedrijfstakken in de onderliggende analysedatabase zijn aangemerkt als 'producent'. Elektrolyse betreft een elektrochemisch proces, waardoor de Chemische industrie een producent van groene waterstof zou kunnen zijn, gebruikmakend van de hernieuwbare energie die de sector Energieproductie levert. Momenteel spelen industriële gassenproducten een grote rol in de productie van (grijze) waterstof; de vraag is welke rol deze partijen zullen gaan spelen bij de productie van groene waterstof. De vier hightech maakindustriesectoren: Metaalproducten, Elektrotechnische industrie, Elektrische apparatenindustrie en Machine-industrie kunnen onderdelen of elementen leveren voor elektrolyzers of voor transport en opslag van waterstof. Deze sectoren hebben een groene kleur in de bollenfiguren van Hoofdstuk 4 en 6.

Sectoren die groene waterstof primair (kunnen) toepassen in hun productieprocessen beschouwen we als toepassingssectoren. Deze sectoren hebben een blauwe kleur in de bollenfiguren van Hoofdstuk 4 en Hoofdstuk 6. Het gaat dan vooral om toepassing van groene waterstof in de energie-intensieve industrie, zoals Basismetaalindustrie, Rubber en kunststofproducten, Aardolie-industrie, Farmaceutische industrie.

Mobiliteit wordt tevens gezien als belangrijk toepassingsgebied van waterstof. In het bijzonder worden daarbij vrachtwagens voor zwaar transport en scheepvaart genoemd. Vanwege de productie van alternatieve verbrandingsmotoren, brandstofcellen, e.d. zijn de Auto- en aanhangwagenindustrie en Overige transportmiddelenindustrie aangemerkt als 'toepassingssector'. Hun productie hangt vooraleerst af van de grootschalige beschikbaarheid en betaalbaarheid van waterstof. Deze productie is, via toepassing in het mobiliteitsdomein (inclusief de sector Vervoer en opslag), indirect verbonden met waterstofproductie.

In de gebouwde omgeving kan waterstof potentieel worden toegepast als energiebron voor verwarming. De levering zal dan lopen via de sector Energieproductie, die is aangemerkt als productiesector voor groene waterstof. Tevens zullen dan huidige gasinstallaties en CV-ketels door de installatiebranche moeten worden vervangen. De Bouwsector, waaronder de installateurs vallen, spelen dan een complementaire rol. Aangezien experts op de korte termijn vooral toepassing van waterstof in de zware industrie noemen, is de Bouw niet geselecteerd als toepassingssector.

[23] Roland Berger (2020). *Werkgelegenheid en verdienvermogen van klimaatneutrale waterstof en groene chemie*.
[24] Uit het FME (2019). *Waterstof: Kansen voor de Nederlandse industrie*.

In de figuren over betrokkenheid van sectoren beperken we ons tot commerciële sectoren. Zowel in de ontwikkeling als toepassing van groene waterstof technologie spelen Researchinstellingen, Overheid en (hoger) onderwijs tevens een belangrijke rol. Deze publieke dienstensectoren zijn echter instrumenteel voor alle inhoudelijke onderwerpen van de groeifondsvoorstellen die wij nu analyseren. De kennissterktes van researchinstellingen en universiteiten komen elders in ons rapport aan bod. Bovendien nemen de sectoren Research, Overheid en Onderwijs niet of nauwelijks deel aan het internationale handelsverkeer, waardoor de analyse van hun concurrentievermogen (zie Hoofdstuk 6) minder relevant is.

5 Toepasbaarheid van de innovatie

5.1 Inleiding

Een volgende stap in de evaluatie is een toets op de toepasbaarheid van de onderzoeksresultaten van de respectievelijke voorstellen. Ook hier toetst TNO niet direct: onze analyse schetst een beeld van de sectoren die de kennis zouden kunnen toepassen, en geeft een indicatie van markten waar de kennis kan worden toegepast. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

5.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan de onderzoeksdoelen van de MMIP's / MJP's / NWA-routes,[25] kan met behulp van de LSA (zie Bijlage I) het volgende inzichtelijk worden gemaakt:

a) Voor welke maatschappelijke uitdagingen (MMIP's) / sleuteltechnologieën (MJP's) / onderzoeksvelden (NWA-routes) de resulterende kennis van het onderzoeksdoel relevant is.
b) Wat de omvang is van de huidige voorgenomen publieke en private financieringsstromen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Dit geeft een indicatie van het belang dat (private) partijen hechten aan het onderzoek.

De aanpak kent de volgende stappen:[26]

- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, op basis van 'expert judgement' en validatie daarvan (voor meer uitleg, zie Kader 1). Deze selectie is gelijk aan die zoals beschreven in Kader 3.
- Uitvoeren analyse van: a) thematische samenhang; en b) financieringsstromen; en duiding van de resultaten.

5.3 Resultaten

5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid

Tabel 4 laat op verschillende manieren zien welke bijdrage groene waterstof technologie zou kunnen leveren ten aanzien van de doelstellingen die zijn geformuleerd in het thematische beleid (oftewel: de thematische KIA's (of: de missies / MMIP's), de NWA routes en de ST MJP's).

De tabel presenteert deze bijdragen lang twee hoofdlijnen: i) de bijdragen die de groene waterstof **kerntechnologieën** kunnen leveren binnen het thematische beleid (kernrijen), en ii) de bijdrage die de **complementaire groene waterstof technologieën** kunnen doen binnen het thematische beleid (complementaire rijen).

Daarnaast wordt er in Tabel 4 een onderscheid gemaakt tussen:

[25] De MMIP's / MJP's / NWA-routes zijn de belangrijkste thematische programma's van het onderzoeks- en innovatiebeleid in Nederland. Zie ook Bijlage I voor een nadere uitleg.
[26] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

- bestaande relaties tussen groene waterstof technologie en het thematische KIC (groen), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's dat nu al wordt benut; en
- de potentiële relaties tussen groene waterstof technologie en het thematische KIC (blauw), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's die in potentie kunnen worden benut.

Een percentage van bijvoorbeeld 30% (groen) betekent dus dat de kernprogramma's van groene waterstof technologie een bestaande relatie hebben met het thema Energie en duurzaamheid. Tegelijkertijd hebben de kerntechnologieën in groene waterstof de potentie om bij te dragen aan 39% van alle programma's (MMIP's) binnen het thema Energie. Dit laatste betekent ook dat er verwacht wordt dat met 61% van deze programma's binnen het thema Energie geen link gelegd kan worden tussen de betrokken programma's bij groene waterstof technologie en de programma's binnen het thema Energie en duurzaamheid.

Tabel 4. Bijdrage van initiatieven (programma's) die refereren aan groene waterstof van de KIA's, NWA routes en MJP sleuteltechnologie programma's

Bijdrage thema groene waterstof aan KIA's, NWA routes en MJP's in %		Thema Energie en duurzaamheid	Thema landbouw, water, voedsel	Thema gezondheid en zorg	Thema veiligheid	MJP Sleutel-technologieën	NWA
Kern	Bestaande relatie	30%	14%	0%	3%	14%	15%
	Potentie	39%	29%	16%	13%	32%	22%
Complementair	Bestaande relatie	36%	15%	3%	3%	19%	23%
	Potentie	44%	23%	20%	22%	32%	34%

Tabel 4 laat zien dat groene waterstof kerntechnologieën een relatie hebben met een beperkt aantal thema's in het thematische beleid (groen). De hoogste actuele relatie bestaat, zoals te verwachten, met het thema Energie en duurzaamheid, waar ook elektrificatie van industrie en mobiliteit onder vallen. Dat het percentage (30%) niet al te hoog is heeft vooral te maken met het feit dat veel programma's en met name de MMIP's zijn georiënteerd op eindgebruikssectoren en energiefuncties. Verder is geen of nauwelijks een bestaande relatie met de thema's Gezondheid en zorg en met Veiligheid.

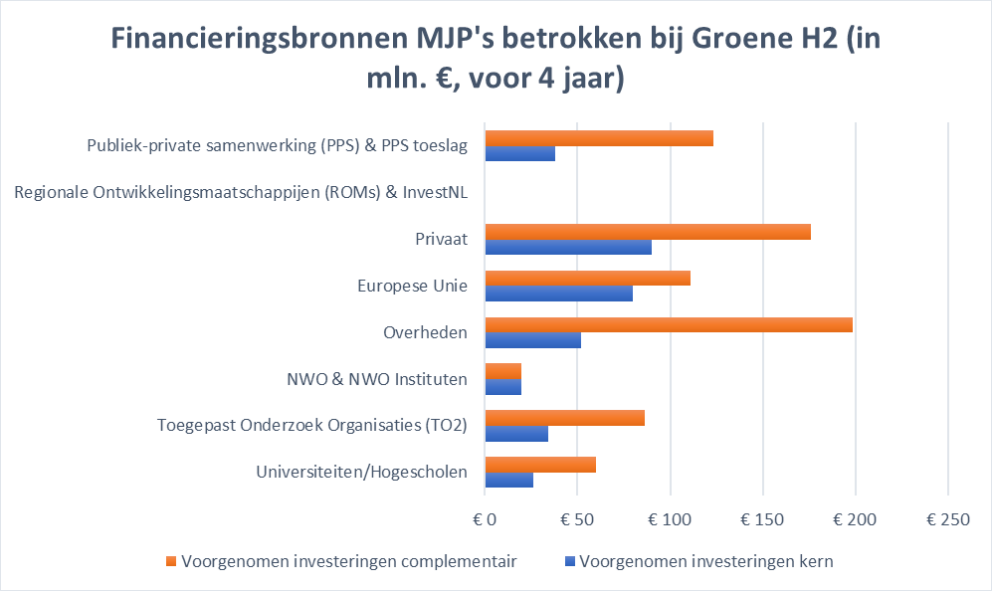
Daarnaast laat Tabel 4 zien dat er vanuit de groene waterstof kerntechnologieën slechts een wat hogere potentie hebben om op termijn bij te dragen aan het thematische beleid. De hoogste mogelijke bijdragen betreffen de thema's Energie en duurzaamheid en Landbouw, water en voedsel (LWV) en het MJP Sleuteltechnologieën.

Vanuit de complementaire groene waterstof-technologieën bezien geeft Tabel 4 ongeveer hetzelfde beeld als de kerntechnologieën met voor vrijwel alle relaties (zowel actueel als potentieel) iets hogere percentages dan in de kerntechnologieën. Sterkste relaties (zowel actueel als potentieel) zijn te zien bij Energie en duurzaamheid, NWA routes en MJP Sleuteltechnologieën. De verschillen tussen actueel en potentieel zijn het grootst bij de thema's Gezondheid en zorg en Veiligheid.

Samenvattend - en weinig verassend - laat Tabel 4 dus de sterkste bijdrage zien aan Energie en duurzaamheid en een zeer beperkte bijdrage aan Gezondheid en zorg en Veiligheid. Wat betreft het laatste: groene waterstof kan weliswaar een belangrijke bijdrage leveren aan de Nederlandse energieveiligheid, maar het thema Veiligheid zoals nu geoperationaliseerd heeft vooral betrekking op defensie en krijgsmacht. De bijdrage aan thema LWV bestaat vooral uit de mogelijkheid groene waterstof in te zetten als duurzame energiebron in de glastuinbouw (een grootverbruiker van aardgas). Daarnaast bestaat een gemiddeld sterke relatie (actueel en potentieel) met de NWA routes en de Sleuteltechnologieën. De relatief sterkere bijdrage aan de NWA routes laat zich verklaren vanuit het belang van onderwerpen als Transport en logistiek, Energietransitie, Circulaire economie en de Blauwe route (wind op zee) in de NWA.

5.3.2 Omvang voorgenomen financieringsstromen

Figuur 6 toont de belangrijkste partijen die voornemens zijn in groene waterstof technologie te investeren, en de bijbehorende voorgenomen omvang van hun financiering van onderzoek. Deze informatie is gebaseerd op een analyse van de informatie zoals opgenomen in de MJP's die refereren aan groene waterstof technologie (zie Kader 3).[27] Op de verticale as zijn de verschillende financieringsbronnen beschreven. De horizontale as geeft de bereidheid om te investeren in dit onderwerp weer, in miljoenen euro's per 4 jaar.



Figuur 6 Financieringsbronnen MJP's betrokken bij groene waterstof [mln. Euro's / 4 jaar].

Figuur 6 laat zien dat voor de kern programma's private partijen en de EU de meest ambitieuze doelen hebben. Verder verwachten de Nederlandse partijen een investering van ordegrootte 25 - 50 miljoen euro te doen in kerntechnologieën in de komende 4 jaar. Dit laat zien dat er vanuit verschillende partijen wordt gewerkt aan

[27] Opgemerkt dient te worden dat Figuur 6 alleen de financieringsbronnen voor de sleuteltechnologieën weergeeft op basis van de informatie die is opgenomen in de MJP's. Voor het overige thematische onderzoek is geen informatie beschikbaar op een niveau van aggregatie die bruikbaar is voor deze analyse.

de ontwikkeling en toepassing van groene waterstof technologie innovaties. Op basis van de beschikbare informatie in de MJP's kan geconcludeerd worden dat voor zover bekend alleen de ROM's nog geen plannen hebben te investeren in groene waterstof.[28]

Figuur 6 laat ook zien dat de voorgenomen investeringen in de complementaire technologieën die bijdragen aan de toepasbaarheid van groene waterstof technologie innovaties hoger zijn dan de kerntechnologieën. Overheden, private partijen en PPS'en spelen de hoofdrol bij investeringen in complementaire technologie. Het gaat hier vooral om investeringen in de sectoren mobiliteit (duurzaam vervoer over land, water en door de lucht), gebouwde omgeving (energietransitie in gebouwen en kassen) en de industrie (bijvoorbeeld windmolenparken op zee, industrie en nieuwe batterijtechnologie).

Vrijwel alle actoren investeren meer in complementaire dan in kerntechnologieën: voor de kernprogramma's is een totaal van €340 miljoen voor 4 jaar financiering voorgenomen, terwijl de plannen voor de complementaire programma's is een totaal van €775 miljoen voor 4 jaar bedragen.

Voor wat betreft de Nederlandse actoren nemen overheden, private partijen en PPS'en het leeuwendeel van de voorgenomen investeringen voor hun rekening. Wat betreft de kennisinstellingen valt op de TO2 instellingen de grootste plannen hebben, vooral in complementaire technologieën. Universiteiten en hogescholen laten hetzelfde beeld zien op een wat lager niveau. Tenslotte lijken NWO en haar instituten nog beperkte plannen te hebben in groene waterstof – maar hier is wel de voorgenomen investering in kerntechnologieën even groot als die in complementaire technologieën.

[28] Los van de MJP's zijn er een aantal regionale waterstofinitiatieven bijvoorbeeld in Groningen, Noord Brabant en in het Noordzeekanaalgebied.

6 Groeipotentieel

6.1 Inleiding

De volgende stap in de evaluatie van het voorstel is een toets op het groeipotentieel dat gecreëerd wordt met de onderzoeksresultaten van het voorstel. Omdat ook dit moeilijk objectief is in te schatten probeert TNO dit inzichtelijk te maken door een beeld te schetsen van het concurrentievermogen en het innovatievermogen van sectoren die de resultaten zouden kunnen toepassen. Het concurrentievermogen wordt hier geïllustreerd met andere indicatoren dan in Hoofdstuk 4, waar gekeken werd naar productiviteitsontwikkeling.

De aanname is dat als de kennis neerslaat in sectoren die innovatief en concurrerend zijn, dit leidt tot additionele toekomstige groei. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

6.2 Aanpak

LSA (zie Bijlage I) kan inzicht geven in hoe relevante bedrijfstakken (op basis van de SBI-classificatie) zich hebben ontwikkeld in de afgelopen jaren wat betreft concurrentievermogen (met indicatoren als exportintensiteit, toegevoegde waarde (specialisatie), groeiverschil van toegevoegde waarde met EU15) en innovatievermogen (met indicatoren als start-up intensiteit, scale-up intensiteit en R&D intensiteit).

De aanpak kent de volgende stappen:[29]

- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau) en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’, en validatie daarvan (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse concurrentievermogen (inclusief benchmark met EU15 voor groeiverschil en omvang toegevoegde waarde) en innovatievermogen, en duiding van de resultaten.

6.3 Resultaten

6.3.1 Concurrentievermogen

Figuur 7 geeft een beeld van het concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn bij groene waterstof vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) groeiverschil toegevoegde waarde ten opzichte van het EU15-gemiddelde; ii) specialisatie van Nederland t.o.v. de EU15; en iii) de export intensiteit.

De grootte van een bol geeft de exportintensiteit van de bijbehorende sector weer: het deel van de productiewaarde (omzet) dat wordt geëxporteerd (uitgedrukt als percentage). Hoe groter een bol, hoe relevanter buitenlandse afnemers zijn voor de actoren in de sector.

[29] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

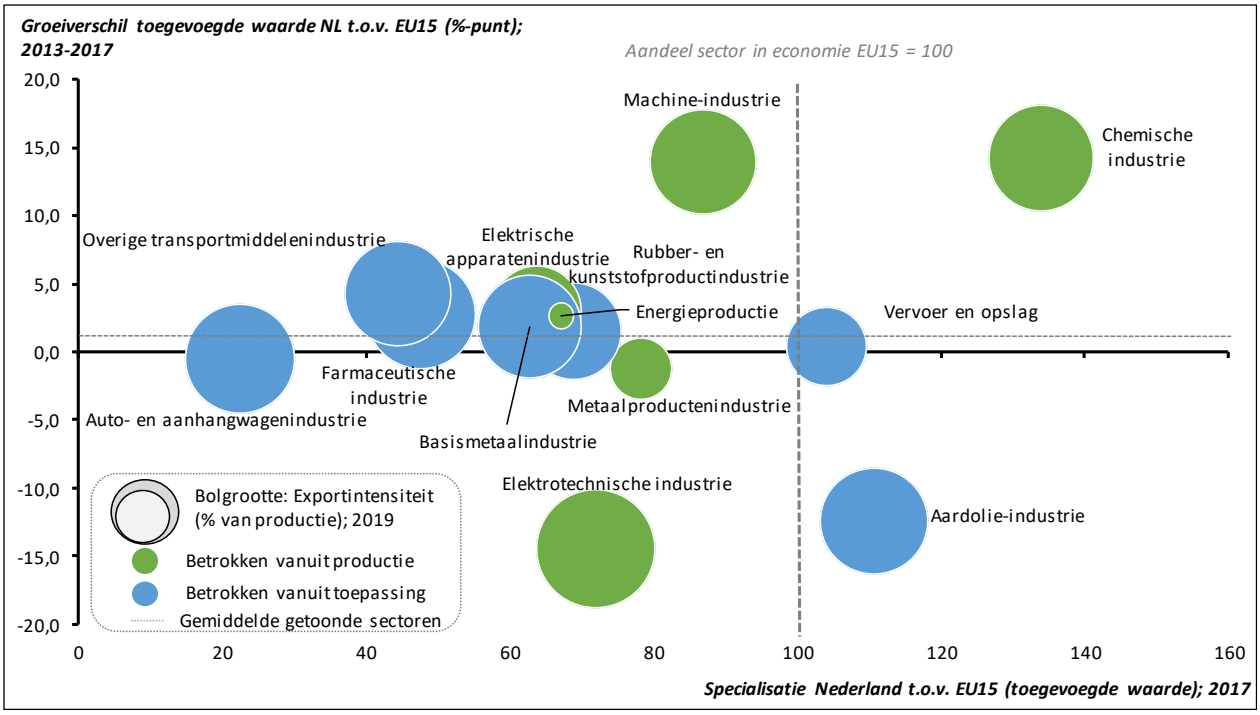
De horizontale as van Figuur 7 refereert aan de zogenaamde specialisatie-index. Deze wordt als volgt berekend:

$$\frac{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde Nederland}}{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde EU15}} \text{ x } 100.$$

De positie (projectie) van een bol op deze as geeft aan hoe het aandeel van de bijbehorende sector in de Nederlandse economie zich verhoudt tot het aandeel van dezelfde sector in de economie van de EU15. Een specialisatie-indexscore van 100 betekent dat het aandeel van een sector in de Nederlandse economie gelijk is aan het aandeel van diezelfde sector in de gezamenlijke economische omvang van de EU15. Wanneer een sector relatief groot is in Nederland (een indexscore groter dan 100), duidt dit op een oververtegenwoordiging ofwel een sterke positie in deze bedrijfsactiviteit. Omgekeerd drukt een specialisatiescore kleiner dan 100 ten opzichte van het EU15-gemiddelde een relatief beperkte vertegenwoordiging van een sector in Nederland uit.

De gedachte achter de specialisatie-index is dat een sectorale oververtegenwoordiging het resultaat is van kostenvoordelen en productiviteitsvoordelen die samenhangen met specifieke gunstige factoren in Nederland: comparatieve voordelen, zoals unieke kennis, kunde, productietechnologie, menselijk kapitaal, (internationale) bereikbaarheid, vertrouwen, etc. Dergelijke voordelen bepalen in belangrijke mate de concurrentiepositie van Nederland in specifieke bedrijfsactiviteiten.

Op de verticale as van Figuur 7 is groeiverschil in toegevoegde waarde tussen Nederland en de EU-15 uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over hoe de bijbehorende Nederlandse sector zich ontwikkeld t.o.v. het gemiddelde van de sector in de EU-15. Hoe verder naar boven op de as, hoe sneller de groei in toegevoegde waarde ten opzichte van sectorgenoten in andere landen. Het groeiverschil tussen de Nederlandse economie en de EU15 was in de periode 2013-2017 nihil (0,0 procent): de economie van Nederland en de EU15 groeide gemiddeld per jaar in de periode 2013-2017 op een gelijk tempo. De horizontale as in Figuur 7 is derhalve het referentiepunt voor het gemiddelde groeiverschil tussen Nederland en de EU15. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft het gemiddelde groeiverschil van de Nederlandse sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel t.o.v. het bijbehorende EU-15 gemiddelde van dezelfde sectoren.



Figuur 7: Concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van groene waterstof.
Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).[30]

Zoals beschreven in Hoofdstuk 4 bouwt groene waterstof op zes productiesectoren en zijn daarnaast zeven sectoren geïdentificeerd waarin waterstof kan worden toegepast (voor een overzicht van (het proces van) de selectie, zie

[30] Het groeiverschil van de Elektrotechnische industrie in Nederland is eigenlijk nog groter dan weergegeven in de figuur. Op basis van Eurostat cijfers in constante prijzen, blijkt de reële groei van de Elektrotechnische industrie in de EU15 in de periode 2013-2017 in de orde van 25 procent per jaar te liggen, tegenover 1,2 procent in Nederland.

Kader 4). In de productie van waterstof spelen de sectoren Chemische industrie en Energieproductie een hoofdrol. In deze sectoren zal de elektrolyse plaatsvinden. Nederland heeft in vergelijking met de EU15 een sterke vertegenwoordiging van de Chemische industrie, welke zich bovendien gunstiger ontwikkelde dan elders in de EU15.

Het is op basis van de hier getoonde analyse echter niet te zeggen in hoeverre Nederland op grote schaal, in concurrentie met producenten elders in Europa of de wereld waterstof kan produceren. Waterstof kenmerkt zich immers als een *commodity* die via pijpleidingen of in tanks getransporteerd kan worden. Voor grootschalige toepassing van waterstof in de chemische procesindustrie (als alternatieve energiedrager of als *feedstock*) kan in theorie ook gebruik worden gemaakt van geïmporteerde groene waterstof. Prijzen op de wereldmarkt en transportkosten zullen de '*make or buy decission*' mede bepalen. Met de aanwezige olie- en gasinfrastructuur en havenfaciliteiten kan Nederland, in geval van grootschalige import van waterstof, in potentie een rol blijven vervullen in de wereldwijde handel en logistiek rondom waterstof.

Voor wat betreft het produceren van de Elektrolyzers zelf, ziet de FME (2019)[31] als witte vlek met de nodige risico's dat Nederland geen OEMs heeft op het gebied van grootschalige en kleinschalige elektrolyse. Voor grootschalige elektrolyse worden daarbij toetredingsbarrières genoemd, die maken dat Nederland hier niet snel een positie kan opbouwen. Voor wat betreft de productie van voertuigen (Auto- en aanhangwagen industrie en de Overige transportmiddelenindustrie) blijkt uit Figuur 7 dat Nederland een relatief kleine speler is in vergelijking met andere EU15 landen. De FME (2019) noemt in lijn met deze bevinding dat Nederland de schaalgrootte mist, waardoor een leidende rol in de productie van waterstof aangedreven voertuigen niet waarschijnlijk lijkt. Vermoedelijk kan de Nederlandse hightech industrie, voortbouwend op bestaande sterktes in bijvoorbeeld de Machine-industrie, een bijdrage leveren aan de productie van componenten voor elektrolyzers en voertuigen.

Mede gelet op de hoge export intensiteit van de Chemische industrie (met een exportwaarde met de omvang van bijna 70 procent van de totale productiewaarde in 2019), is een kansrijk perspectief voor Nederland de toepassing van waterstof als energiedrager en feedstock in de 'groene chemie'. De specialisatiegraad, de economische omvang van de sector, het groeiverschil met de EU15 én de hoge export intensiteit maken dat Nederland een goede concurrentiepositie heeft. Gegeven de klimaatdoelstellingen zal de vraag naar duurzame chemische producten toenemen. Voor de overige energie-intensieve industrie zoals Aardolie-industrie, Basismetaalindustrie en Rubber en kunststofindustrie is groene waterstof een belangrijke route naar het halen van de klimaatdoelen.

6.3.2 Innovatievermogen

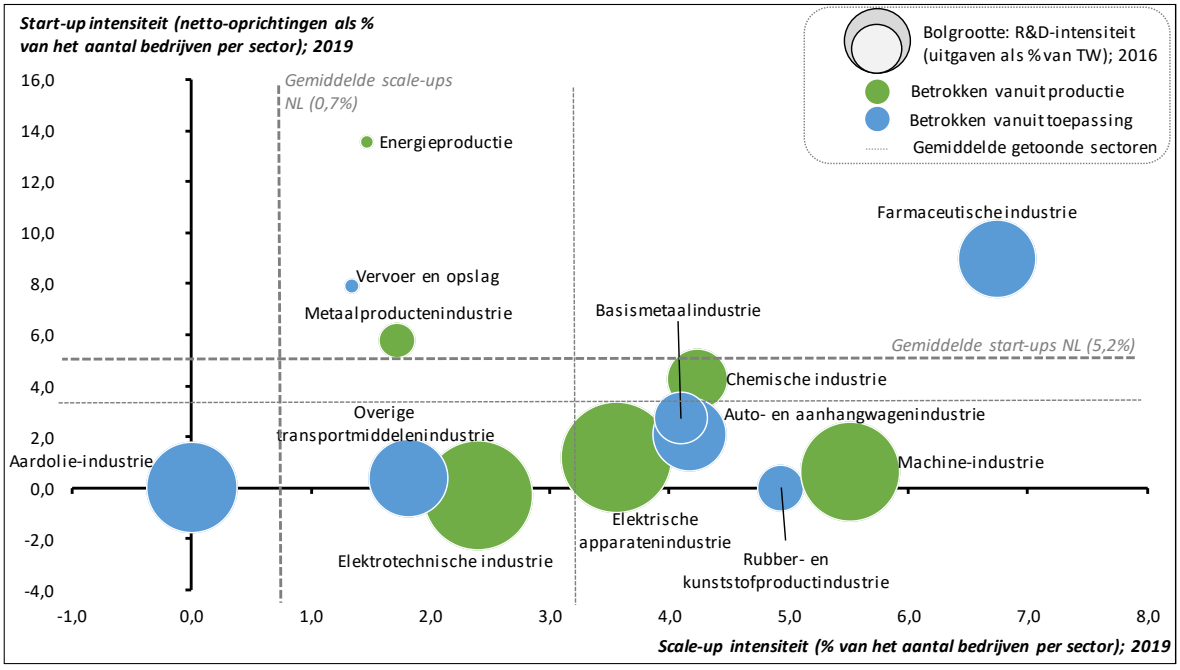
Figuur 8 geeft een beeld van het innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn bij groene waterstof vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) start-up intensiteit; ii) scale-up intensiteit; en iii) R&D intensiteit.

[31] FME (2019). Waterstof: Kansen voor de Nederlandse industrie.

De grootte van een bol geeft de R&D-intensiteit van een sector weer: de omvang van private R&D-uitgaven als percentage van de toegevoegde waarde van de bijbehorende sector.[32] Hoe groter een bol, hoe belangrijker (zelf ontwikkelde) kennis voor actoren in de sector.

Op de horizontale as van Figuur 8 is scale-up intensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[33] De positie (projectie) van een bol op de horizontale as refereert aan het aantal snelle groeiers (conform de CBS-definitie) als percentage van het gemiddeld aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe verder naar rechts, hoe meer 'vernieuwing' door 'doorgroeiers'. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde scale-up intensiteit. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de scale-up intensiteit van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 8 is startupintensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[34] De positie (projectie) van een bol op de verticale as refereert aan het netto aantal bedrijfsoprichtingen (het saldo van bedrijfsoprichtingen en opheffingen) uitgedrukt als percentage van het aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe hoger op de verticale as, hoe meer 'vernieuwing' door 'nieuwkomers'. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 8: Innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van groene waterstof.[35]
Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).

[32] Cijfers van 2016 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[33] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[34] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[35] Het aantal bedrijven per sector in Start-up intensiteit en Scale-up intensiteit betreft het gemiddelde aantal bedrijven in die sector over vier kwartalen

Figuur 8 laat zien dat de meerderheid van de sectoren die in de productie danwel toepassing van waterstof betrokken kunnen zijn een bovengemiddeld aantal snelgroeiende bedrijven herbergt. Vooral in de Farmaceutische industrie, Machine-industrie en Rubber en kunststofindustrie is de scale-up intensiteit hoog. Het zwaartepunt van R&D-uitgaven binnen de 13 geselecteerde sectoren, bevindt zich tevens in de sectoren die relatief veel snel groeiende bedrijven herbergen.

De Chemische industrie, Metaalproductenindustrie en Energieproductie kenmerken zich met een relatief hoog aantal startende bedrijven. Per saldo is er daarmee sprake van een relatief gunstige bedrijvendynamiek in sectoren die relevant zijn voor waterstofproductie en de toepassing hiervan in industriële processen. Dit is een indicatie dat er bedrijven zijn die vernieuwing en innovatie omarmen en kansen zien om op basis hiervan door te groeien.

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel.

Voor EZK (directie I&K) werkt TNO aan een analyse van het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap: de zogenaamde Landschapsanalyse (LSA). De methodiek en de resultaten van deze analyse vormen de basis voor de informatie die TNO aanlevert aan de Stafdirectie Nationaal Groeifonds voor de beoordeling van de huidige 6 voorstellen door de Nationaal Groeifondscommissie.

In het kader van de LSA is een database gebouwd met ‘bouwstenen’ (feiten en cijfers) die inzichtelijk maken hoe het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap eruit ziet, en hoe dit landschap zich kan ontwikkelen. Het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap omvat sleuteltechnologieën (gevat in de zogenaamde Meerjaren programma’s sleuteltechnologie (MJP’s)), missie thema’s (gevat in de zogenaamde Meerjaren Missiegedreven Innovatie Programma’s (MMIP’s)) en wetenschappelijke programma’s (gevat in de zogenaamde Nederlandse Wetenschappelijke Agenda (NWA-routes)). Daarnaast bevat deze database data uit andere databronnen, zoals die van CBS, CWTS, Eurostat en Elsevier. De LSA database omvat momenteel een zestal categorieën met onderliggende indicatoren. Tabel 5 geeft deze categorieën en de onderliggende indicatoren weer.

Voor de evaluatie van de groeifondsvoorstellen kan de LSA database worden ingezet om te evalueren hoe de voorstellen zijn ‘verankerd’ in het Nederlandse innovatiesysteem: in hoeverre deze kunnen bouwen op de capaciteiten van bestaande actoren en de relevante bestaande kenniskapitaalvoorraad; en in hoeverre de resultaten kunnen worden ‘geabsorbeerd’ door deze actoren. Dit geeft een indicatie van de potentie van de voorstellen - om tot resultaten te komen die kunnen worden toegepast in de economie, en/of om maatschappelijke uitdagingen te adresseren. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een reproduceerbare en herleidbare aanpak, die voor meerdere sectoren en technologieën (zoals beschreven in de voorstellen) ingezet kan worden.

Tabel 5: Categorieën van de LSA database.

Categorie 1 Thematische (nationale) agenda’s • Bijdragen aan Missies (MMIP’s) • Bijdragen aan NWA-routes • Bijdragen aan sleuteltechnologieën (MJP’s) • Bouwen op Missies (MMIP’s) • Bouwen op NWA-routes • Bouwen op sleuteltechnologieën (MJP’s)	**Categorie 4 Initiatieven** • Bijdrage aan MJP’s, MMIP’s, NWA-routes – uitbreiding in 2021 • Betrokken initiatieven (naam initiatief) • Rol type initiatieven (PPS, innovatieprogramma’s, agenda’s en beleidsstrategieën, etc.) • Betrokkenheid initiatieven per regio
Categorie 2 Actoren • Dominante actoren (naam actoren) • Samenwerking actoren • Rol overheden • Rol type actoren (universiteiten, TO2, bedrijven, etc.)	**Categorie 5 Potentiële groei bedrijfstakken** • Verdienvermogen (o.a. groei TW bedrijfstakken, arbeidsproductiviteit) • Concurrentievermogen (o.a. specialisme) • Innovatievermogen (o.a. start-ups/scale-up intensiteit)
Categorie 3 Budgetten • Totaal budget • Budget per financieringsbron (PPS, ROM, privaat, EU, NWO, TO2, Universiteiten) • Allocatie private en publieke R&D-investeringen	**Categorie 6 Kennis- en technologiesterktes** • Kennissterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties) • Technologiesterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties)

Bijlage II: Programma’s

Op basis van het voorstel is de scope bepaald. Hierin wordt onderscheid gemaakt in kern programma’s en complementaire programma’s. Hieronder staat een overzicht van welke programma’s tot de kern van waterstof horen en welke programma’s rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken.

Tabel 6: Thematische programma's.

Focus	**Thematische programma’s**	**Onderzoek & Innovatie ecosystemen (Dialogic)**
Kern technologieën groene waterstof	MJP 56. Elektrochemische Conversie & Materialen en industriële elektrificatie	OIE 7 Waterstof
	MJP 59. Climate Proof Chemistry	OIE 9 Groene en circulaire chemie OIE 12 Chemische conversie en procestechnologie
	MJP 70. Katalyse en procestechnologie	OIE 13 Katalyse
	MMIP 8 Maximale elektrificatie en radicaal vernieuwende processen	OIE 11 Duurzame procestechnologie
	MMIP 9 Innovatieve aandrijving en gebruik van duurzame energiedragers voor mobiliteit	OIE 7 Waterstof
Complementaire technologieën groene waterstof	MJP 41. Duurzame luchtvaart	OIE 39 Luchtvaart
	MJP 42. Maritieme sleuteltechnologieën	OIE 19 Maritiem OIE 21 Duurzame visserij
	MJP 89. Technology for green smart and safe mobility	OIE 46 Smart mobility
	MMIP 2. Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving	OIE 16 Civiele techniek
	MMIP 4. Duurzame warmte (en koude) in de gebouwde omgeving (incl. glastuinbouw)	
	MMIP 5. Het nieuwe energiesysteem in de gebouwde omgeving in evenwicht	
	MMIP 1. Hernieuwbare elektriciteit op zee	OIE 17 Offshore constructies & energie
	MMIP 6. Sluiting van industriële ketens	OIE 10 Industrial biotech
	MJP 34. Smart Industry	OIE 41 Smart Industry
	MJP 38. Batteries of the future	OIE 14 Energieopslag
	MJP 82. Materiaaltechnologie	OIE 2 Nieuwe materialen
	NWA Materialen	

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2021 R10517

QuantumDelta - voorstel Groeifonds
Analyse van de strategische onderbouwing van het bbp-effect

Datum	18 maart 2021
Auteur(s)	Babette Bakker Thijmen van Bree Amber Geurts Govert Gijsbers Marcel de Heide Marissa Hoekstra Finn Speijer
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	28
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	Programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds
Projectnummer	060.47859

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland 4
2.1 Inleiding 4
2.2 Aanpak 4
2.3 Resultaat 5

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen 9
3.1 Inleiding 9
3.2 Aanpak 9
3.3 Resultaten 9
3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven 9
3.3.2 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren 10

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling 15
4.1 Inleiding 15
4.2 Aanpak 15
4.3 Resultaten 15

5 Toepasbaarheid van de innovatie 19
5.1 Inleiding 19
5.2 Aanpak 19
5.3 Resultaten 19
5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid 19
5.3.2 Omvang financieringsstromen 20

6 Groeipotentieel 22
6.1 Inleiding 22
6.2 Aanpak 22
6.3 Resultaten 22
6.3.1 Concurrentievermogen 22
6.3.2 Innovatievermogen 25

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel. 27

Bijlage II: Programma's 28

1 Inleiding

In de Miljoenennota 2020 heeft het kabinet een investeringsfonds aangekondigd dat als doel heeft het verdienvermogen van Nederland duurzaam te vergroten. Dit Nationaal Groeifonds vloeit voort uit de eind 2019 verschenen groeistrategie, waarin geconstateerd is dat er aanleiding is voor extra investeringen, van incidentele en niet-reguliere aard, om het verdienvermogen te versterken. Voor de periode 2021-2026 is in het Nationaal Groeifonds 20 miljard Euro beschikbaar.

In de Miljoenennota 2020 zijn drie terreinen geformuleerd die het meest kunnen bijdragen aan de productiviteitsgroei, en daarmee het verdienvermogen: (1) Kennisontwikkeling; (2) Research & development (R&D) en innovatie; en (3) Infrastructuur.

Voor R&D zijn nu 6 voorstellen geformuleerd die ter beoordeling voorliggen aan de onafhankelijke Beoordelingscommissie (vanaf nu: commissie). Er is een analysekader opgezet om de beoordeling structureren (uniform te doorlopen). De afdeling Strategic Analysis and Policy (SA&P) van TNO is door de commissie van het Nationaal Groeifonds gevraagd om ondersteunende informatie aan te leveren voor de beoordeling van de voorstellen. Specifiek gaat het daarbij om input die de commissie kan helpen bij het evalueren met enkele van de zogenaamde criteria van de strategische onderbouwing van het bbp-effect, die onderdeel vormen van het analysekader.

Dit rapport bevat de ondersteunende informatie voor het voorstel getiteld FoodSwitch. De methodologie die is toegepast om te komen tot deze informatie is weergegeven in een separaat methodologierapport.[1]

[1] Zie: TNO (2021). *Methodologierapport behorende bij het programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds*.

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland

2.1 Inleiding

In de context van het analysekader van de commissie worden de voorstellen getoetst op hun vermogen om bij te dragen aan bbp-groei. Het analysekader beschrijft dat als een evaluatie van de strategische onderbouwing van bbp-effect. Een criterium is de mate waarin Nederland comparatieve voordelen heeft ten opzichte van andere landen op het investeringsgebied van het voorstel. TNO probeert dit inzichtelijk te maken door te analyseren wat Nederland op het gebied van kennis en technologie 'al in huis heeft' op die respectievelijke investeringsgebieden.[2] Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van of Nederland comparatieve voordelen heeft op de gebieden waar de voorstellen aan refereren.

2.2 Aanpak

Voor elk van de voorstellen worden de kennis- en technologievelden waaraan het bijbehorende onderzoek refereert geïdentificeerd. De LSA database (zie Bijlage I) kan vervolgens inzicht geven in hoe goed Nederland is op de relevante kennisvelden en sleuteltechnologieën, gebaseerd op eerdere 'kennisoutput', met indicatoren als citatie-impactscore en onderzoeksspecialisatie-index. Dit geeft een indicatie van de comparatieve voordelen waarop in de context van een voorstel wordt gebouwd, en aan wordt bijgedragen.

De aanpak kent de volgende stappen:[3]

- Linken voorstel aan kennisvelden en sleuteltechnologieën, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse kennis- en technologiesterktes, en duiding van de resultaten.

[2] De LSA database (zie Kader 1) kan ook inzicht geven in concurrentievermogen, innovatievermogen en specialisatie van relevante bedrijfstakken, t.o.v. EU-15. Dit wordt al in stap II.2.b en II.2.d gedaan en zullen wij daarom hier niet nogmaals genoemd.
[3] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

Kader 1: Linken voorstellen.

Om de voorstellen te linken is het noodzakelijk om op basis van ‘expert judgement’ aan te geven:

- met welke kennisvelden (volgens CWTS indeling) het voorstel te linken is;
- met welke MMIP’s / MJP’s / NWA routes het voorstel een directe (kern) of indirecte (complementair) link heeft;
- en met welke sectoren/bedrijfstakken (op SBI-niveau) het voorstel te linken is.

Op die manier kunnen de verschillende bouwstenen (cijfers) uit de LSA database gelinkt worden aan een voorstel om de cijfers naar boven te halen.

Deze inschatting zal in eerste instantie gedaan worden door leden van het projectteam. Analyses gebaseerd op expert judgement zijn onderhevig aan individuele bias door de kennis waarover de experts beschikking hebben. Door de expert judgement te valideren met andere TNO-experts, kan zogenaamde ’intersubjectiviteit overeenkomst’ worden gecreëerd. Deze validatieslag draagt bij aan de ‘robuustheid’ van de analyse.

2.3 Resultaat

Figuur 1 toont een vergelijking van de kennisvelden die belangrijk zijn voor het bouwen van een sterke positie in quantumtechnologie, en geeft een vergelijking van de Nederlandse publicaties in deze velden met 20 referentielanden.[4] Voor een selectie van de relevante kennisvelden, zie Kader 2.

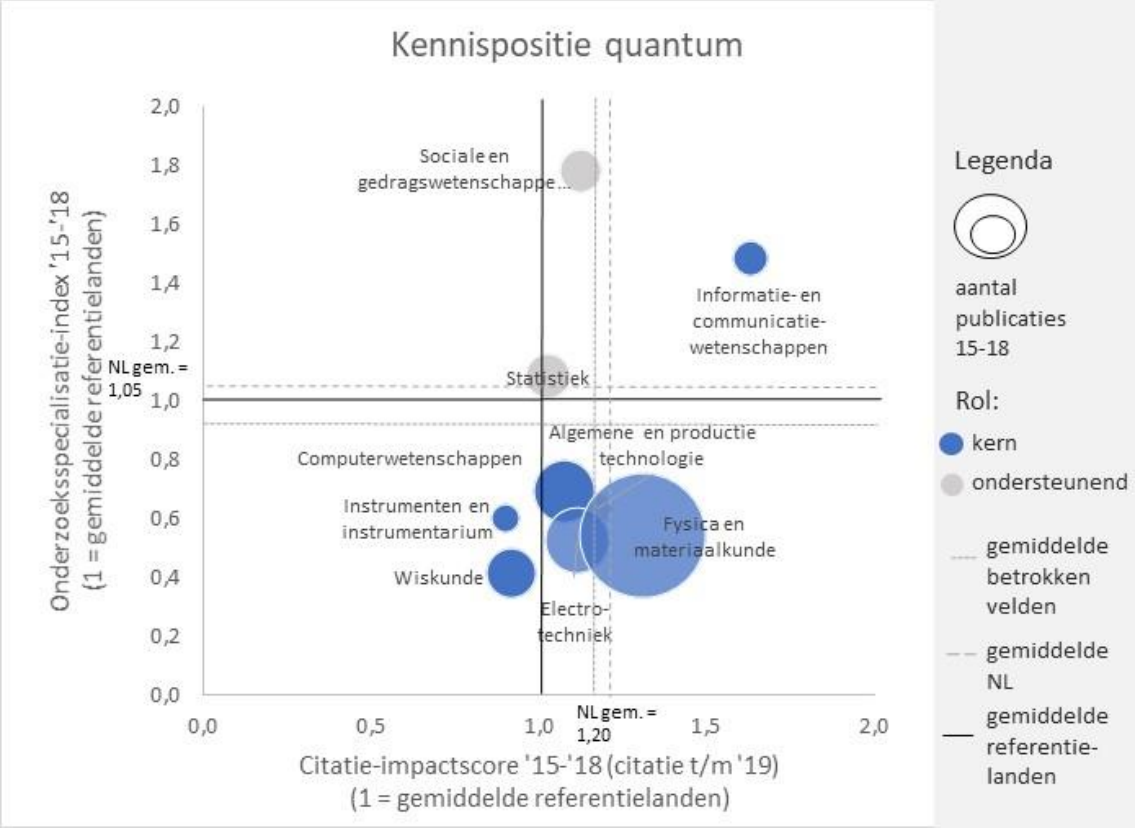
De omvang van een bol geeft de omvang in aantal publicaties in dezelfde periode weer. Hoe groter de omvang van deze bol, hoe meer publicaties er zijn uitgegeven.

Op de horizontale as van Figuur 1 is de citatie-impactscore uitgezet.[5] De citatie-impact geeft weer hoe vaak er door wetenschappelijke publicaties naar Nederlandse publicaties wordt verwezen. Hoe vaker er wordt gerefereerd, hoe hoger de wetenschappelijke impact. De citatie-impactindex vergelijkt de citatie-impact van Nederland met 20 referentielanden. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de kwaliteit van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe verder de bol naar rechts staat, hoe hoger de wetenschappelijke impact van Nederland in dit kennisveld ten opzichte van de referentielanden. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse citatie-impactscore van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde citatie-impactscore van de kennisvelden in Nederland die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 1 is de onderzoekspecialisatie uitgezet.[6] De onderzoekspecialisatie geeft de verdeling van Nederlandse publicaties over kennisvelden weer. Hoe meer publicaties in een kennisveld, hoe hoger dit aandeel. De onderzoeksspecialisatie-index vergelijkt deze onderzoeksspecialisatie met de onderzoeksspecialisatie van de referentielanden. Deze normalisering is nodig, omdat het belang van publiceren per kennisveld verschilt. De positie (projectie) van

[4] Australië, België, Canada, China, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Ierland, Italië, Japan, Noorwegen, Oostenrijk, Singapore, Spanje, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten, Zweden, Zuid-Korea en Zwitserland
[5] Cijfers over de periode 2015-2018.
[6] Cijfers over de periode 2015-2018.

een bol op de verticale as zegt iets over de omvang van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe hoger de bol staat op de verticale as, hoe groter het relatieve aandeel van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse onderzoekspecialisatie van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde onderzoekspecialisatie van de sectoren in Nederland die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 1 Kennispositie quantumtechnologie.

Bron: CWTS citatie index-systeem, gebaseerd op ruwe data Web of Science, bewerking Rathenau Instituut (figuur gemaakt door TNO), 2020.

Quantumtechnologie is een interdisciplinair veld. In het selectieproces (zie Kader 2) zijn 6 kennisvelden met een kern-rol geïdentificeerd, en 3 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 36 kennisvelden.[7]

Wanneer wordt gekeken naar de belangrijkste kennisvelden voor quantumtechnologie, dan valt op dat Nederland in de meeste van deze velden publicaties uitgeeft die vaak worden geciteerd. Tegelijkertijd blijft de onderzoeksspecialisatie-index, het aantal publicaties ten opzichte van andere landen, achter. Deze velden zijn dus qua aantal publicaties kleiner dan andere landen, maar publicaties kennen hoge wetenschappelijke kwaliteit. Dit geldt met name voor de kennisvelden die belangrijk zijn voor de quantum computer en het quantum internet, namelijk Elektrotechniek, Fysica en materiaalkunde en

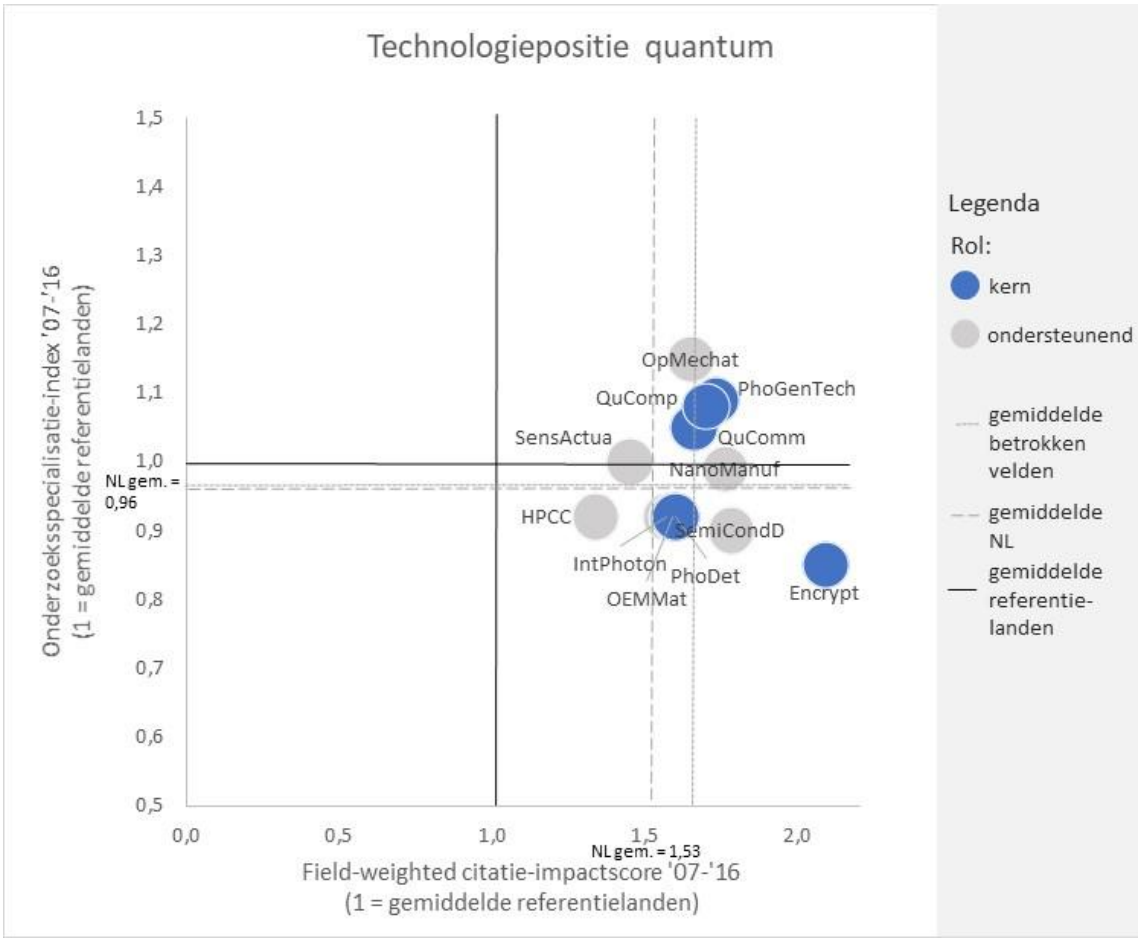
[7] Op basis van de classificatie van CWTS.

Computerwetenschappen. In Informatie- en communicatiewetenschappen is Nederland zelfs groot en groeiend.

Nederland is op basis van het aantal publicaties en citaties minder goed gepositioneerd in de kern-kennisvelden Instrumenten en instrumentarium en Wiskunde. De onderzoeksspecialisatie-index is het meest teruggelopen in het kennisveld Instrumenten en instrumentarium, namelijk met 20% ten opzichte van 2009-2012. Dit betekent dat Nederland specifiek voor quantumtechnologie sensoren een minder sterke kennispositie heeft om op te bouwen.

In de complementaire kennisvelden is Nederland relatief sterk.

Figuur 2 toont een vergelijking van belangrijke sleuteltechnologieën op basis van Nederlandse publicaties in vergelijking met de EU-28 landen. De betekenis van de omvang van de bollen, en de positie (projectie) op de assen is gelijk aan die van Figuur 1.



Figuur 2 Technologiepositie sleuteltechnologieën quantumtechnologie.

Bron: Elsevier (2018) Kwantitatieve analyse van onderzoek en innovatie in sleuteltechnologieën in Nederland.

In het selectieproces (zie Kader 2) zijn 5 sleuteltechnologieën met een kern-rol geïdentificeerd, en 7 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 51 sleuteltechnologieën.[8]

Figuur 2 laat zien dat de kwaliteit en omvang van publicaties in Quantum communicatie en Quantum computer hoog is ten opzichte van andere landen. Encryptietechnologie vormt een sterke basis voor het quantum internet, omdat de kwaliteit van Nederlandse publicaties hier erg hoog is, maar de omvang is relatief beperkt.

Kader 2: Scope kennisvelden.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de kennisvelden en sleuteltechnologieën die relevant zijn voor quantumtechnologie.

Selectie scope kennisvelden
Een kennisveld speelt een kern rol als in dit kennisveld onderzoek wordt gedaan wat zelfstandig tot doorbraken kan leiden in quantumtechnologie, zoals Fysica en Materiaalkunde bij de quantumtechnologie computer. Andere kennisvelden zoals Sociale en geesteswetenschappen hebben een complementaire rol, omdat kennis over dit domein samengebracht moet worden met kennis over quantumtechnologie om te komen tot effectieve toepassingen in het domein.

Kennisvelden kunnen belangrijk zijn voor het quantum internet, de quantum computer of quantum sensoren, maar de basis wordt gelegd in de theorie van de quantum mechanica. Deze basis valt onder Wiskunde en Informatie- en communicatiewetenschappen. Electrotechniek speelt daarnaast een kern rol in het creëren van een fysiek netwerk voor het nieuwe quantum internet. De quantum computer bouwt juist op kennis uit de Computerwetenschappen en uit de fysica en Materiaalkunde voor doorbraken bijvoorbeeld wanneer het gaat over het controleren van materialen op atomaire schaal. Het testen en verbeteren van bestaande quantum sensoren valt onder het kennisveld Instrumenten en instrumentarium. Daarnaast zijn er een tweetal complementaire kennisvelden: de Sociale en geesteswetenschappen, omdat het programma onderzoekaanvragen die multidisciplinair zijn stimuleert, en Productietechnologie vanwege de mogelijkheden om productieapparatuur te ontwikkelen.

Selectie scope sleuteltechnologieën
Sleuteltechnologieën kunnen op dezelfde manier worden geïdentificeerd. De basis ligt in Quantum communicatie, Quantum computer en Quantum sensoren. Deze laatste sleuteltechnologie is niet opgenomen in de studie van Elsevier. Versleuteling (encryptie) is een belangrijk onderwerp binnen quantum communicatie. Fotonica is essentieel voor het opwekken, transporteren en detecteren van lichtgolven en lichtdeeltjes bij de quantum computer en het quantum internet, en zoals eerder vermeld, worden doorbraken verwacht in de hoek van de materialen.

[8] Op basis van de classificatie van NWO en TNO

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen

3.1 Inleiding

Een tweede strategisch criterium dat wordt getoetst is of het voorstel een in Nederland aanwezig ecosysteem versterkt. Op basis van de aanwezige informatie in de LSA database (zie Bijlage I) schetst TNO daartoe een beeld van de bestaande ecosystemen die de kennis zouden kunnen toepassen, en de actoren die daar momenteel onderdeel van uitmaken. Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van het vermogen van de voorstellen om bestaande ecosystemen in Nederland te versterken.

3.2 Aanpak

De LSA kan inzicht geven in welke actoren in het NL innovatielandschap onderzoek (willen) doen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Deze actoren analyse, die een inzicht geven van het netwerk van actoren actief binnen een bepaalde programma, is met enige aanpassingen te linken aan de innovatie ecosystemen zoals gedefinieerd in het Dialogic rapport.[9]

De aanpak kent de volgende stappen:[10]

- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Linken Dialogic rapport met thematische KIC en check op actoren.
- Analyse actoren en innovatie ecosysteem, en duiding van de resultaten.

3.3 Resultaten

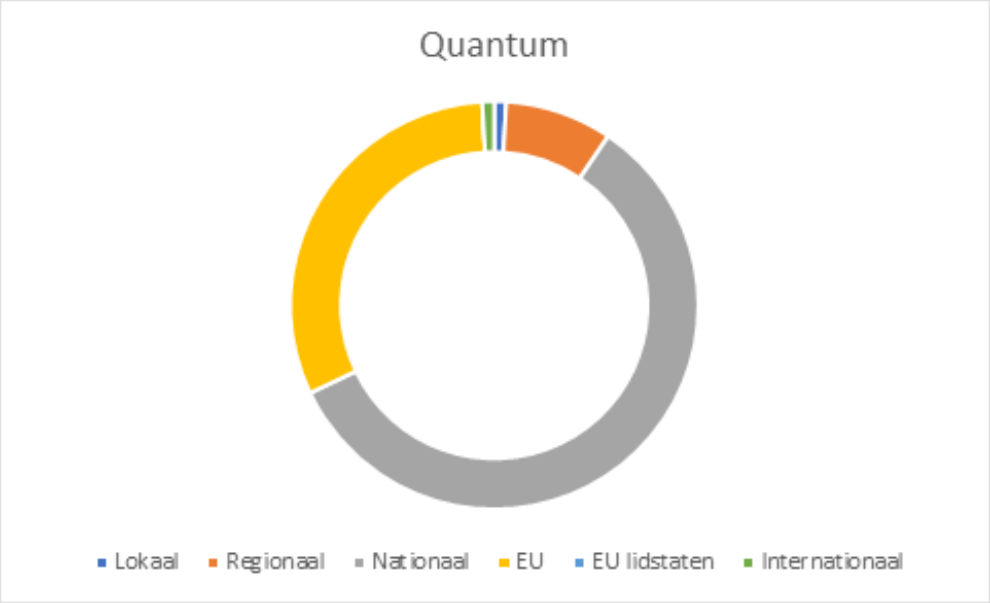
Om een beeld te vormen van het type onderzoek- en innovatie ecosysteem van groene waterstof wordt een analyse uitgevoerd naar het type initiatieven, en het type actoren binnen dit ecosysteem.

3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven

Figuur 3 geeft een overzicht van de typen initiatieven die in het onderzoek en innovatielandschap van quantumtechnologie worden ondernomen (voor zowel kerntechnologieën als complementaire technologieën). Figuur 3 maakt daarbij onderscheid naar niveau: lokale, regionale, nationale, EU, EU lidstaten of internationale initiatieven.

[9] De 56 innovatie ecosystemen geïdentificeerd in het Dialogic rapport zijn goed te linken aan de thematische KIC. In de meeste gevallen wordt een breder innovatie ecosysteem in kaart gebracht binnen de LSA database dan in het Dialogic rapport waar het aantal actoren is gelimiteerd tot 15 illustratieve actoren.

[10] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.



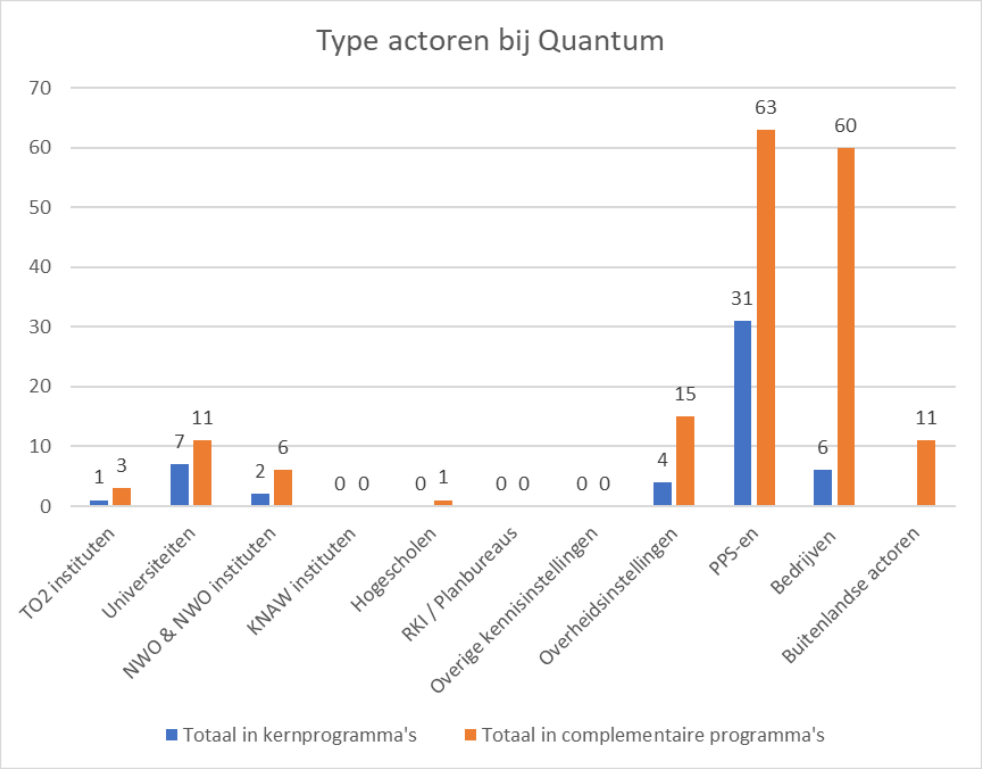
Figuur 3: Typen initiatieven betrokken in het onderzoek en innovatie ecosysteem van quantum technologieën naar niveau.[11]

Figuur 3 laat zien dat het onderzoek en innovatie ecosysteem van quantumtechnologie kan worden gedefinieerd als een innovatie ecosysteem met een nationale focus (ruim 60% van de initiatieven). Ook relatief veel EU initiatieven worden ondernomen. De grootste potentie om met dit innovatie ecosysteem impact te genereren ligt dus binnen Nederland en in de EU, en dan met name waar nationale initiatieven worden gekoppeld aan Europese initiatieven.

3.3.2 *Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren*

Figuur 4 geeft een overzicht van de typen actoren in het onderzoek en innovatielandschap die werken aan de toepasbaarheid van quantumtechnologie. Figuur 4 laat daarbij zowel de actoren zien die actief zijn binnen de ‘kern’ van quantumtechnologie, alsmede de actoren die actief zijn binnen de ‘complementaire’ quantumtechnologieën.

[11] Deze gegevens bouwen op een analyse van de initiatieven die gekoppeld kunnen worden aan het thematische beleid. Initiatieven omvatten infrastructuren, campussen, PPS’en, etc. Zie het methodologierapport voor een nadere toelichting van deze indicator.



Figuur 4: Type actoren betrokken in het onderzoek en innovatie ecosysteem van quantumtechnologie.

Figuur 4 laat zien dat het onderzoek en innovatie ecosysteem van quantumtechnologie kan worden gedefinieerd als een kennis onderzoek & innovatie ecosysteem: met name in de kern programma's is een oververtegenwoordiging van kennisinstituten (universiteiten, NWO, TO2, Overheidsinstellingen) ten opzicht van bedrijven. Een kennisecosysteem kenmerkt zich door structuren waarin kennisontwikkeling via gezamenlijk onderzoek en samenwerking plaatsvindt. De nadruk wordt hierbij gelegd op (wetenschappelijk) onderzoek en minder op innovatie voor de markt.[12]

Figuur 4 laat zien dat ontwikkelingen binnen quantumtechnologie vooral worden gedragen door actoren actief in publiek-private samenwerkingen (PPS'en). Daarnaast laat Figuur 5 zien dat vooral onderzoeksinstellingen, zoals universiteiten (7 in totaal), NWO & NWO instituten (2 in totaal), en TO2 instituten (1 in totaal) betrokken zijn in de ontwikkelingen van quantumtechnologie, en slechts 6 bedrijven. Dit laat zien dat quantumtechnologie zich met name richt op wetenschappelijke ontwikkelingen, en dan vooral via PPS-verbanden toewerkt naar de toepasbaarheid van innovaties in de markt.

Complementaire programma's die bijdragen aan de ontwikkelingen van quantumtechnologie laten een heel ander beeld zien. Daar spelen PPS'en en bedrijven een hoofdrol, terwijl onderzoeksinstellingen veel minder vertegenwoordigd zijn. Hierbij kan gelden dat er een brug moet worden geslagen tussen de onderzoek focus binnen kerntechnologieën van quantumtechnologie, en de markt focus onder complementaire technologieën van quantumtechnologie.

[12] Voor meer details, zie Dialogic (2020) rapport over onderzoek en innovatie ecosystemen.

Tabel 1 geeft een overzicht van de verdeling van de type actoren in het onderzoek en innovatie ecosysteem rondom quantumtechnologie. Tabel 1 is een berekening van het percentage van ieder type actoren in relatie tot het totaal aantal actoren dat binnen dit ecosysteem actief is.

Tabel 1 Verdeling actoren onderzoek en innovatie ecosysteem quantumtechnologie.

Type actoren	**Totaal in kern programma's**	**Totaal in complementaire programma's**
TO2 instituten	5%	3%
Universiteiten	35%	10%
NWO & NWO instituten	10%	6%
KNAW instituten	0%	0%
Hogescholen	0%	1%
RKI / Planbureaus	0%	0%
Overige kennisinstellingen	0%	0%
Overheidsinstellingen	20%	14%
Bedrijven	30%	56%
Buitenlandse actoren	0%	10%

Tabel 1 laat zien dat in de kerntechnologieën van quantum voornamelijk onderzoeksinstellingen actief zijn (35% universiteiten, 10% NWO, 5% TO2 instituten), met een geringere rol voor de andere typen actoren. De verdeling tussen de type actoren is iets gevarieerde bij de complementaire technologieën van quantum, waarbij bedrijven (56%), overheidsinstellingen (14%) en universiteiten (10%) de voornaamste rollen innemen.

Tabel 2 is een verdere verdieping en specificatie van Tabel 1. Tabel 2 geeft voor de kerntechnologieën van quantum aan welke dominante actoren een rol spelen in dit onderzoek en innovatie ecosysteem. Tabel 2 is berekend door een optelsom te maken van de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie - 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de 5 programma's die behoren tot de kerntechnologieën van quantum (zie scope in Kader 3).

Tabel 2 Dominante actoren kern.[13,14]

Actor	Mate van betrokkenheid kern
TU Delft	6
QuTech Delft	6
NWO	5
Ministerie van EZK	5
TNO	3
TU Eindhoven	3
Universiteit Twente	3
Radboud Universiteit	3
Universiteit van Amsterdam	3
Vrije Universiteit Amsterdam	3
CWI: Centrum Wiskunde & Informatica	3
Ministerie van Defensie	3
dcypher	3
Dutch Digital Delta/Team ICT	3
Nano Next NL	3
KPN	3
ABN-AMRO	3

[13] Voor een nadere toelichting op deze tabel en de berekening erachter, zie het methodologierapport.
[14] NB in deze lijst valt het ontbreken van een integrator van quantum computers (bv. ATOS) op. Zonder een dergelijk bedrijf zal het quantum ecosysteem voornamelijk bestaan uit toeleveranciers van quantumtechnologie. Dit geldt ook voor quantum-communicatie, zei het in mindere mate. Voor quantum-sensing hoeft dit niet noodzakelijkerwijs een gebrek te zijn i.v.m. de beperkte complexiteit.

Bosch	3
Intel	3
Microsoft	3
Shell	3
Universiteit Leiden	2
Ministerie van OCW	2
Nationaal Bureau Verbindingsbeveiliging	2
Topsector HTSM	2

Tabel 3 is een verdere verdieping en specificatie van Tabel 1. Tabel 3 geeft voor de complementaire technologieën van quantum aan welke dominante actoren een rol spelen in dit onderzoek en innovatie ecosysteem. Tabel 3 is berekend door een optelsom te maken van de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie - 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de 5 programma's die behoren tot de complementaire technologieën van quantum (zie scope in Kader 3).

Tabel 3 Dominante actoren complementair[15]

Actor	Mate van betrokkenheid complementair
NWO	24
T02 instituten	17
TNO	15
ASML	14
TU Eindhoven	11
Universiteit Twente	10
Topsector HTSM	10
Royal Philips	9
Thermo Fisher Scientific	9
TU Delft	8
Radboud Universiteit	8
Vrije Universiteit Amsterdam	8
NXP Semiconductors	8
Wageningen Research	6
4TU	6
Wageningen Universiteit	6
Ministerie van EZK	6
Photon Delta	6
COAST	6
ASM International NV	6
Prodrive Technologies BV	6
VDL Groep	6
Shell	6
Universiteiten algemeen	5
RVO	5
Océ-technologies	5

[15] Voor een nadere toelichting op deze tabel en de berekening erachter, zie het methodologierapport.

Kader 3: Scope thematische programma's.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de programma's die betrokken zijn bij quantumtechnologie. Op basis van het voorstel hebben de TNO experts door middel van expert judgement de scope van de geselecteerde programma's in de database bepaald. Er is onderscheid gemaakt tussen twee verschillende type programma's: kernprogramma's en complementaire programma's. Kernprogramma's zijn programma's die belangrijk zijn om quantumtechnologie verder te ontwikkelen. De complementaire programma's zijn programma's die rand-voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken. Omdat quantumtechnologie nog in een vroeg stadium van ontwikkeling is, zijn er geen toepassingsgebieden geïdentificeerd.

Tot de kern programma's van Quantum behoren de quantumtechnologie programma's (i.e. computing, sensing, communication en simulation), bestaande uit: MJP 07. Nationale Agenda Quantumtechnologie, NWA route De quantum / nano-revolutie en MJP 55. Cybersecurity – Digitale Veiligheid en Privacy in verband met de belangrijke rol van encryptie en security.

Geselecteerde complementaire programma's die rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken zijn gericht op, onder andere, systeemarchitectuur, materialen en meet- en detectie technologie en omvatten: MJP 09. Nano-contamination control, MJP 10. Nano for society, MJP 21. Photonics for society, MJP 22. Integrated photonics, MJP 25. Halfgeleider Fabricage Apparatuur, MJP 26. Systeemarchitectuur en Systeemintegratie, MJP 71. Meet- en detectietechnologie, MJP 72. Evidence Based Sensing, MJP 82. Materiaaltechnologie, MJP 84. Dutch contribution to big science facilities, NWA Meten en detecteren.

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling

4.1 Inleiding

Een volgende stap in het analysekader is een toets op de potentiële impact van de onderzoeksresultaten op de productiviteit. TNO maakt geen directe inschatting van deze potentiële bijdrage van het onderzoeksvoorstel - het is niet mogelijk om dat objectief te doen. TNO beschrijft productiviteitsontwikkelingen in die sectoren waarin de kennis die voortkomt uit de voorstellen zou kunnen worden toegepast. De aanname is dat toepassing in sectoren die een sterke ontwikkeling in hun productiviteit kennen leidt tot additionele groei van de productiviteit van de Nederlandse economie.[16] Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de productiviteitsbijdrage van de individuele voorstellen.

4.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan sectoren waar die kennis kan worden toegepast, kan met behulp van informatie in de LSA-database (zie Bijlage I) inzichtelijk worden gemaakt hoe de productiviteit, als proxy voor verdienvermogen, zich in de afgelopen jaren hebben ontwikkeld in die sectoren in Nederland. TNO beschrijft dit verdienvermogen aan de hand van drie indicatoren: groei arbeidsproductiviteit, groei toegevoegde waarde, en omvang toegevoegde waarde.[17]

De aanpak kent de volgende stappen:[18]

- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau), en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse en duiding van de resultaten.

4.3 Resultaten

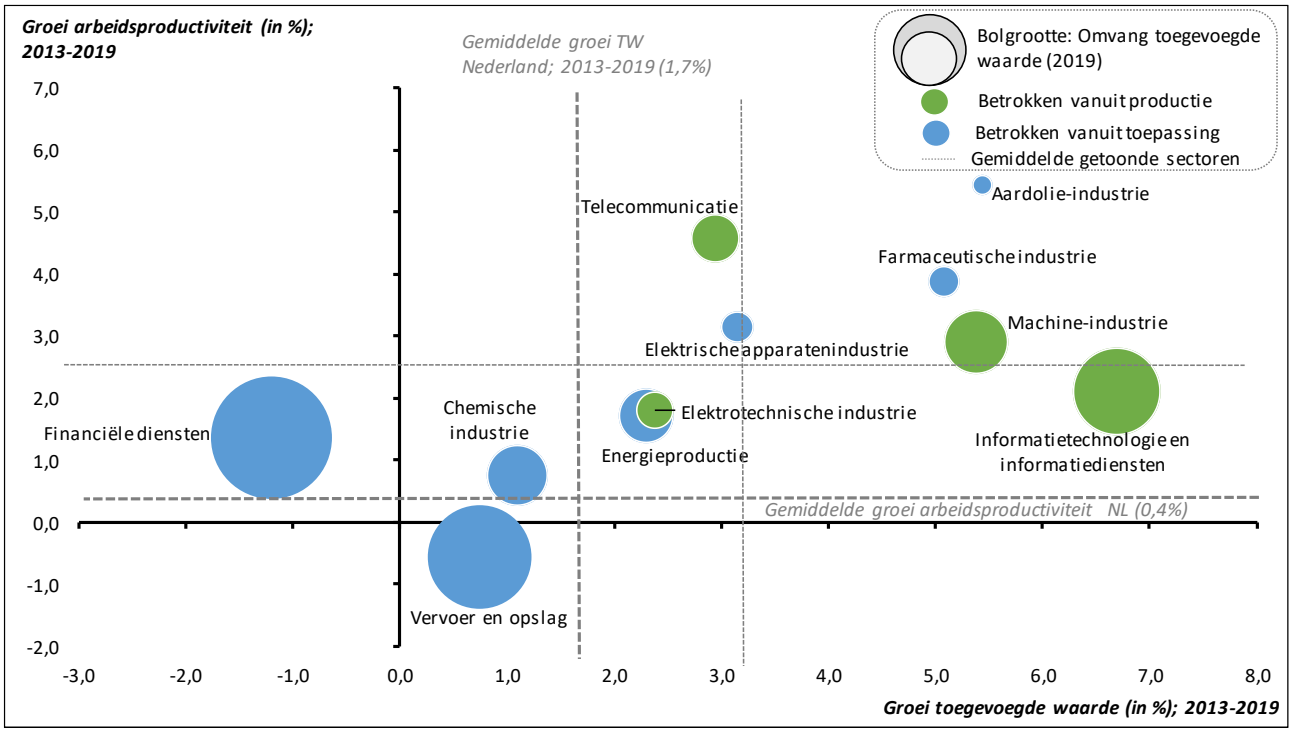
Figuur 5 toont voor sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van quantumtechnologie de arbeidsproductiviteitsgroei en groei van toegevoegde waarde.[19] De grootte van de bollen duidt de omvang van de toegevoegde waarde (bbp-bijdrage).[20] Dit zegt iets over de relevantie van de sector voor de totale Nederlandse economie. Hoe groter deze bol, hoe omvangrijker het aandeel in de economie (de bbp-bijdrage).

Op de horizontale as van Figuur 5 is de groei van toegevoegde waarde (gemiddelde jaarlijkse groei in procenten over de periode 2013 - 2019)

[16] Zie bijvoorbeeld: EZK (2020). *Visie op de toekomst van de industrie in Nederland (2020)*. www.rijksoverheid.nl.
[17] Een vergelijking met de EU15 op enkele van deze indicatoren komt in hoofdstuk 6 aan bod, in de beschrijving van het concurrentievermogen van Nederland. Voor een vergelijking van de arbeidsproductiviteitsontwikkeling van Nederland in internationaal perspectief, verwijzen we naar het TNO-rapport “Groeisectoren in Nederland in internationaal perspectief (TNO-rapport 2020 R11529, zie ook: www.rijksoverheid.nl (hyperlink)).
[18] Deze stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.
[19] Cijfers over de periode 2013-2019.
[20] Cijfers voor 2019.

weergegeven. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de ontwikkeling van deze sector en de relevantie: hoe verder naar rechts, hoe belangrijker deze sector is geworden voor de Nederlandse economie in de afgelopen jaren. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de toegevoegde waarde van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 5 is de groei van de arbeidsproductiviteit (gemiddelde jaarlijkse groei in procenten over de periode 2013 - 2019) uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over de ontwikkeling van de waarde die gemiddeld wordt gecreëerd per gewerkt uur, en daarmee over de ontwikkeling van het concurrentievermogen in een internationaal perspectief. Hoe verder naar boven op de as, hoe productiever en hoe concurrerender de bijbehorende sector is geworden in de afgelopen jaren. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de arbeidsproductiviteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 5: Verdienvermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie en toepassing van Quantumtechnologie Bron: CBS (bewerking TNO).

Quantumtechnologie heeft de potentie om breed van belang te zijn voor de Nederlandse economie. In totaal zijn 11 van de ongeveer 40 bedrijfstakken (SBI-afbakening) die in analysedatabase de gehele economie vertegenwoordigen, geselecteerd: 4 productiesectoren en 7 toepassingssectoren (voor een overzicht van (het proces van) de selectie, zie Kader 4). Daarvan spelen een aantal een belangrijke rol in de Nederlandse economie, waarbij met name Financiële diensten

en Vervoer en opslag grote sectoren zijn. Tezamen brachten deze 11 relevante sectoren voor het Quantum groeifondsvoorstel in 2019 ongeveer 22 procent van het bbp voort.

Quantumtechnologie kan een rol spelen in sectoren die in de periode 2013-2019 al tot de snelste groeiers in de Nederlandse economie behoorden: Informatietechnologie en informatiediensten, Aardolie-industrie, Machine-industrie en de Farmaceutische industrie vormen de top 4 van snelst groeiende sectoren in de Nederlandse economie (op basis van de ontwikkeling van toegevoegde waarde). Ook voor de voor quantumtechnologie relevante sectoren Telecommunicatie, Elektrotechnische industrie, Elektrische apparatenindustrie en Energieproductie kenden in de periode 2013-2019 een hogere jaarlijkse groei dan de gemiddelde economische groei van Nederland. Van de 11 geselecteerde sectoren maakte alleen Financiële diensten een negatieve toegevoegde waarde ontwikkeling door. Transformaties als gevolg van verdere digitalisering en de opkomst van nieuwe concurrenten op basis van *Fintech* liggen hier onder andere aan ten grondslag. In potentie kan quantumtechnologie voor meer disrupties in de financiële dienstverlening zorgen en de digitale transformatie verbreden en versnellen.

Quantumtechnologie draagt tevens bij aan sectoren die een bovengemiddeld hoge arbeidsproductiviteitsgroei kennen: van de 11 relevante sectoren vanuit productie of toepassing, was in de periode 2013-2019 alleen de arbeidsproductiviteitsontwikkeling in Vervoer en opslag lager dan het Nederlands gemiddelde. Daarentegen behoren de sectoren Aardolie-industrie, Telecommunicatie, Farmaceutische industrie, Elektrische apparatenindustrie, Elektrotechnische industrie, Machine-industrie, en Informatietechnologie en informatiediensten tot de groep met de hoogste arbeidsproductiviteitsgroei.

Deze sectoren herbergen prominente spelers in de hightech industrie en zijn als zodanig van belang in de Nederlandse kenniseconomie. Arbeidsproductiviteitsgroei is een stuwende kracht onder de groei van de toegevoegde waarde en dus de bbp-bijdrage. Verdere toepassing van quantumtechnologie kan de arbeidsproductiviteitsontwikkeling van deze sectoren mogelijk versterken. Hiermee verhogen ze hun concurrentievermogen.

Het is opvallend dat veel van de voor quantumtechnologie relevante productie- of toepassingssectoren in de periode 2013-2019 een gunstige economische ontwikkeling doormaakten. Zij behoren tot de sectoren met de grootste arbeidsproductiviteitsgroei en de grootste groei van de toegevoegde waarde in Nederland.

Kader 4: Scope sectoren.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van: i) de sectoren die een rol spelen bij de 'productie' van quantumtechnologie ; en ii) in welke sectoren quantumtechnologie toegepast kan worden. De selectie van toepassingssectoren is gebaseerd op een analyse van relevante recente bronnen die ook deels in het voorstel zijn benoemd.[21] De selectie is gevalideerd middels *expert judgement* door TNO experts.

Bij de selectie is een 'conservatie afbakeningsstrategie' gehanteerd. In geval van twijfel of de importantie van een toepassingsgebied, bijvoorbeeld omdat slechts één bron hier melding van maakt, is de sector niet opgenomen in onze analysefiguren.

Ontwikkelingen in quantumtechnologie staan nog in de kinderschoenen, maar genereren de laatste jaren momentum. In deze analyse wordt binnen quantumtechnologie gekeken naar de ontwikkelingen op het gebied van computing, communicatie en sensing. Daarom zijn er vier productiesectoren geselecteerd: Elektrotechnische industrie (hardware productie), Machine-industrie (productie van machines / equipment), telecommunicatie (digitale infrastructuur) en informatietechnologie en informatiediensten (software productie). Deze sectoren hebben een groene kleur in de bollenfiguren van Hoofdstuk 4 en 6.

Sectoren die quantumtechnologie primair (kunnen) toepassen in hun productieprocessen beschouwen we als toepassingssectoren. Deze sectoren hebben een blauwe kleur in de bollenfiguren van Hoofdstuk 4 en Hoofdstuk 6. Het gaat dan om toepassing van quantumtechnologie in de industrie (aardolie, chemische katalyse, farmaceutische industrie (medicijnen) en elektrische apparaten industrie (bijv. accu's en sensoren)), optimalisatie in logistieke processen (Vervoer en opslag) en Financiële dienstverlening.

In de figuren over betrokkenheid van sectoren beperken we ons tot commerciële sectoren. Zowel in de ontwikkeling als toepassing van quantumtechnologie spelen Researchinstellingen, Overheid (waaronder toepassing in het defensie- en veìligheidsdomein) en (hoger) onderwijs tevens een belangrijke rol. Deze publieke dienstensectoren zijn echter instrumenteel voor alle inhoudelijke onderwerpen van de groeifondsvoorstellen die wij nu analyseren. De kennissterktes van researchinstellingen en universiteiten komen elders in ons rapport aan bod. Bovendien nemen de sectoren Research, Overheid en Onderwijs niet of nauwelijks deel aan het internationale handelsverkeer, waardoor de analyse van hun concurrentievermogen (zie Hoofdstuk 6) minder relevant is.

[21] In de context van (i) bijvoorbeeld: McKinsey (2020). *Economic impact of Quantumtechnologie in The Netherlands*. In de context van (ii): NWO-TNO (2017). *Memo Discussie High level bijeenkomst Sleuteltechnologiën*.

5 Toepasbaarheid van de innovatie

5.1 Inleiding

Een volgende stap in de evaluatie is een toets op de toepasbaarheid van de onderzoeksresultaten van de respectievelijke voorstellen. Ook hier toetst TNO niet direct: onze analyse schetst een beeld van de sectoren die de kennis zouden kunnen toepassen, en geeft een indicatie van markten waar de kennis kan worden toegepast. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

5.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan de onderzoeksdoelen van de MMIP's / MJP's / NWA-routes,[22] kan met behulp van de LSA (zie Bijlage I) het volgende inzichtelijk worden gemaakt:

a) Voor welke maatschappelijke uitdagingen (MMIP's) / sleuteltechnologieën (MJP's) / onderzoeksvelden (NWA-routes) de resulterende kennis van het onderzoeksdoel relevant is.
b) Wat de omvang is van de huidige voorgenomen publieke en private financieringsstromen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Dit geeft een indicatie van het belang dat (private) partijen hechten aan het onderzoek.

De aanpak kent de volgende stappen:[23]

- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1). Deze selectie is gelijk aan die zoals beschreven in Kader 3.
- Uitvoeren analyse van: a) thematische samenhang, en b) financieringsstromen; en duiding van de resultaten.

5.3 Resultaten

5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid

Tabel 4 laat op verschillende manieren zien welke bijdrage quantumtechnologie zou kunnen leveren ten aanzien van de doelstellingen die zijn geformuleerd het thematische beleid (oftewel: de thematische KIA's (of: de missies / MMIP's), de NWA routes en de ST MJP's).

Tabel 4 presenteert deze bijdragen langs twee hoofdlijnen: i) de bijdragen die de quantum kerntechnologieën kunnen doen binnen het thematische beleid (kern rijen), en ii) de bijdrage die de complementaire quantumtechnologieën kunnen doen binnen het thematische beleid (complementaire rijen, zie Kader 3).

Daarnaast wordt in Tabel 4 een onderscheid gemaakt tussen bestaande relaties tussen quantumtechnologie en het thematische KIC (groen), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's dat nu al wordt

[22] De MMIP's / MJP's / NWA-routes zijn de belangrijkste thematische programma's van het onderzoeks- en innovatiebeleid in Nederland. Zie ook Bijlage I voor een nadere uitleg.
[23] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

benut, en potentiële relaties tussen quantumtechnologie en het thematische KIC (blauw), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's die in potentie kunnen worden benut. Een percentage van bijvoorbeeld 83% (blauw) betekent dus dat de kern programma's van quantumtechnologie de totale potentie hebben om bij te dragen aan 83% van alle programma's (MMIP's) binnen het thema veiligheid. Tegelijkertijd betekent dit ook dat er verwacht wordt dat met 17% van deze programma's binnen het thema veiligheid geen link gelegd kan worden tussen de betrokken programma's bij quantumtechnologie en de programma's binnen het thema gezondheid en zorg.

Tabel 4. Bijdrage van Quantumtechnologie programma's aan de KIA's, NWA routes en MJP sleuteltechnologie programma's

Bijdrage thema Quantumtechnologie aan KIA's, NWA routes en MJP's in %		**Thema Energie en duurzaamheid**	**Thema landbouw, water, voedsel**	**Thema gezondheid en zorg**	**Thema veiligheid**	**MJP Sleutel-technologieën**	**NWA**
Kern	**Bestaande relatie**	21%	1%	13%	25%	24%	19%
	Potentie	35%	30%	73%	83%	62%	40%
Complementair	**Bestaande relatie**	27%	10%	16%	7%	28%	24%
	Potentie	45%	25%	47%	30%	51%	44%

Tabel 4 laat zien dat quantum kerntechnologieën nog een beperkte relatie hebben met het thematische beleid (groen). De belangrijkste bijdragen bestaan aan de thema's Veiligheid (encryptie en cyber security) en Energie en duurzaamheid (vooral quantum-sensoren). Daarentegen laat Tabel 1 wel zien dat quantum kerntechnologieën veel potentie hebben om deze bijdrage aan het thematische beleid te versterken voor specifieke focusgebieden (blauw), namelijk binnen de missiethema's Veiligheid, Gezondheid & Zorg, en Sleuteltechnologieën.

Tabel 4 laat verder zien dat ook de complementaire quantumtechnologieën een beperkte relatie hebben tot het thematische KIC. Ook hier is er potentie om de complementaire quantumtechnologieën toe te passen binnen het thematische beleid. Op termijn is er met name veel potentie voor de toepassing van complementaire quantumtechnologieën binnen de missiethema's Sleuteltechnologieën, Gezondheid & Zorg, en Energie & duurzaamheid.

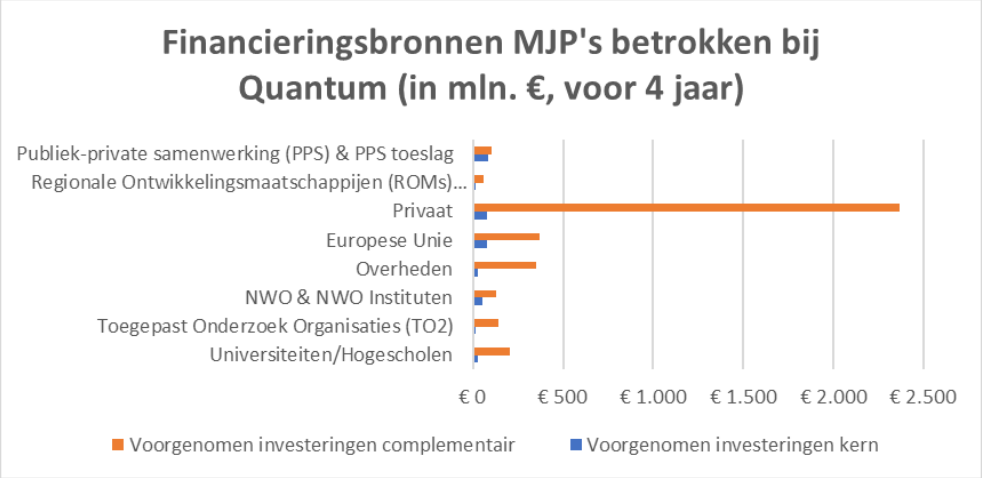
Tabel 1 laat dus de meeste potentie voor de toepassing van quantumtechnologie (kern en complementair) innovaties zien voor de missiethema's Gezondheid en Zorg (quantumsensoren en quantumcomputing bijv. voor medicijnontwikkeling), Veiligheid en Sleuteltechnologieën.

5.3.2 Omvang financieringsstromen

Figuur 6 toont de belangrijkste partijen die voornemens zijn in quantumtechnologie te investeren, en de bijbehorende voorgenomen omvang van hun financiering van onderzoek. Deze informatie is gebaseerd op een analyse van de informatie zoals opgenomen in de MJP's die refereren aan quantumtechnologie (zie Kader 3).[24] Op

[24] Opgemerkt dient te worden dat Figuur 5 alleen de financieringsbronnen voor de sleuteltechnologieën weergeeft op basis van de informatie die is opgenomen in de MJP's. Voor het

de verticale as zijn de verschillende financieringsbronnen beschreven. De horizontale as geeft de bereidheid om te investeren in dit onderwerp weer, in miljoenen euro's per 4 jaar.



Figuur 6 Financieringsbronnen MJP's betrokken bij Quantumtechnologie [mln. Euro's / 4 jaar].

Figuur 6 laat zien dat voor de kern programma's de voorgenomen investeringen enigszins evenredig zijn verdeeld over de verschillende type actoren. Dit laat zien dat er vanuit verschillende partijen wordt gewerkt aan de ontwikkeling en toepassing van quantumtechnologie innovaties.

Figuur 6 laat ook zien dat de huidige investeringen in de complementaire technologieën die bijdragen aan de toepasbaarheid van quantumtechnologie innovaties hoger zijn. Private partijen spelen hierbij een hoofdrol, wat aantoont dat de toepasbaarheid in de markt van deze complementaire technologieën verder is dan in de kern technologieën. De eerste producten die op de markt komen betreffen met name quantum-sensoren en oplossingen voor quantum-encryptie. Opvallend is ook dat vrijwel alle actoren meer investeren in complementaire dan in kern technologieën: voor de kernprogramma's is een totaal van €379 miljoen voor 4 jaar financiering voorgenomen, voor de complementaire programma's is een totaal van €3719 miljoen voor 4 jaar financiering voorgenomen. Verder valt op dat PPS'en een geringe rol spelen in de financiering van quantumtechnologie.

overige thematische onderzoek is geen informatie beschikbaar op een niveau van aggregatie die bruikbaar is voor deze analyse.

6 Groeipotentieel

6.1 Inleiding

De volgende stap in de evaluatie van het voorstel is een toets op het groeipotentieel dat gecreëerd wordt met de onderzoeksresultaten van het voorstel. Omdat ook dit moeilijk objectief is in te schatten probeert TNO dit inzichtelijk te maken door een beeld te schetsen van het concurrentievermogen en het innovatievermogen van sectoren die de resultaten zouden kunnen toepassen. Het concurrentievermogen wordt hier geïllustreerd met andere indicatoren dan in Hoofdstuk 4, waar gekeken werd naar productiviteitsontwikkeling.

De aanname is dat als de kennis neerslaat in sectoren die innovatief en concurrerend zijn, dit leidt tot additionele toekomstige groei. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

6.2 Aanpak

LSA (zie Bijlage I) kan inzicht geven in hoe relevante bedrijfstakken (op basis van de SBI-classificatie) zich hebben ontwikkeld in de afgelopen jaren wat betreft concurrentievermogen (met indicatoren als exportintensiteit, toegevoegde waarde (specialisatie), groeiverschil van toegevoegde waarde met EU15) en innovatievermogen (met indicatoren als start-up intensiteit, scale-up intensiteit en R&D intensiteit).

De aanpak kent de volgende stappen:[25]

- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau) en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse concurrentievermogen (inclusief benchmark met EU15 voor groeiverschil en omvang toegevoegde waarde) en innovatievermogen, en duiding van de resultaten.

6.3 Resultaten

6.3.1 Concurrentievermogen

Figuur 7 geeft een beeld van het concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn bij Quantumtechnologie vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) groeiverschil toegevoegde waarde ten opzichte van het EU15-gemiddelde; ii) specialisatie van Nederland t.o.v. de EU15; en iii) de export intensiteit.

De grootte van een bol geeft de exportintensiteit van de bijbehorende sector weer: het deel van de productiewaarde (omzet) dat wordt geëxporteerd (uitgedrukt als percentage). Hoe groter een bol, hoe relevanter buitenlandse afnemers zijn voor de actoren in de sector.

[25] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

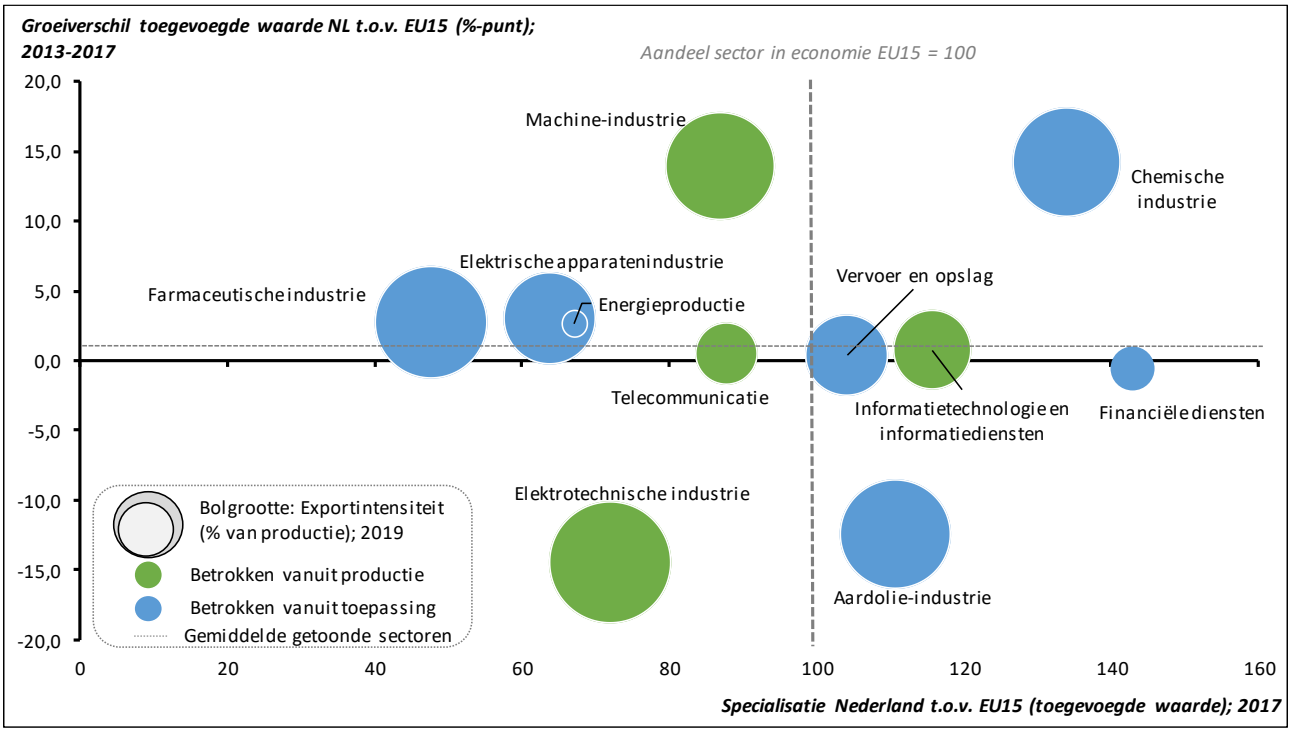
De horizontale as refereert aan de zogenaamde specialisatie-index. Deze wordt als volgt berekend:

$$\frac{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde Nederland}}{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde EU15}} \text{ x } 100.$$

De positie (projectie) van een bol op deze as geeft aan hoe het aandeel van de bijbehorende sector in de Nederlandse economie zich verhoudt tot het aandeel van dezelfde sector in de economie van de EU15. Een specialisatie-indexscore van 100 betekent dat het aandeel van een sector in de Nederlandse economie gelijk is aan het aandeel van diezelfde sector in de gezamenlijke economische omvang van de EU15. Wanneer een sector relatief groot is in Nederland (een indexscore groter dan 100), duidt dit op een oververtegenwoordiging ofwel een sterke positie in deze bedrijfsactiviteit. Omgekeerd drukt een specialisatiescore kleiner dan 100 ten opzichte van het EU15-gemiddelde een relatief beperkte vertegenwoordiging van een sector in Nederland uit.

De gedachte achter de specialisatie-index is dat een sectorale oververtegenwoordiging het resultaat is van kostenvoordelen en productiviteitsvoordelen die samenhangen met specifieke gunstige factoren in Nederland: comparatieve voordelen, zoals unieke kennis, kunde, productietechnologie, menselijk kapitaal, (internationale) bereikbaarheid, vertrouwen, etc. Dergelijke voordelen bepalen in belangrijke mate de concurrentiepositie van Nederland in specifieke bedrijfsactiviteiten.

Op de verticale as van Figuur 7 is het groeiverschil in toegevoegde waarde tussen Nederland en de EU-15 uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over hoe de bijbehorende Nederlandse sector zich ontwikkelt t.o.v. het gemiddelde van de sectoren in de EU-15. Hoe verder naar boven op de as, hoe sneller de groei in toegevoegde waarde t.o.v. sectorgenoten. in andere landen. Het groeiverschil tussen de Nederlandse economie en de EU15 was in de periode 2013-2017 nihil (0,0 procent): de economie van Nederland en de EU15 groeide gemiddeld per jaar in de periode 2013-2017 op een gelijk tempo. De horizontale as in Figuur 7 is derhalve het referentiepunt voor het gemiddelde groeiverschil tussen Nederland en de EU15. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft het gemiddelde groeiverschil van de Nederlandse sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel t.o.v. het bijbehorende EU-15 gemiddelde van dezelfde sectoren.



Figuur 7: Concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van Quantumtechnologie. Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).[26]

Zoals beschreven in Hoofdstuk 4 bouwt quantumtechnologie op vier productiesectoren, en zijn 7 sectoren geïdentificeerd waarin quantumtechnologie kan worden toegepast (voor een overzicht van (het proces van) de selectie, zie Kader 4). Voor veel van deze productie- en toepassingssectoren is export van groot belang voor de totale omzet. Met name de Elektrotechnische industrie (86%), Farmaceutische industrie (75%), Aardolie-industrie (71%), Machine industrie (69%) en Chemische Industrie (69%) hebben een hoge exportwaarde in verhouding tot hun totale productie. Deze vijf sectoren behoren tot de kopgroep van Nederland wat betreft exportintensiteit. Met andere woorden zijn deze sectoren sterk verbonden met het buitenland in mondiale waarde-netwerken.

Op dit moment is het nog lastig in te schatten of en wanneer er op grote schaal quantumcomputers geproduceerd en geëxporteerd kunnen worden. Daarbij is niet op voorhand te zeggen in welke mate quantumcomputers dan een Nederlands fabricaat zijn. Elders op de wereld wordt immers ook gewerkt aan de ontwikkeling van quantumtechnologie. Tevens is de vraag welke partijen op een gegeven moment durven te investeren in grootschalige productiecapaciteit. Vooralsnog lijken niet-Europese bedrijven (zoals Microsoft die nu actief is op de TU campus in Delft) eerder geneigd te zijn grootschalige, risicovolle investeringen te doen.[27] Zodra de technologie marktrijp is, valt daarom nog te bezien waar op de wereld de productie

[26] Het groeiverschil van de Elektrotechnische industrie in Nederland is eigenlijk nog groter dan weergegeven in de figuur. Op basis van Eurostat cijfers in constante prijzen, blijkt de reële groei van de Elektrotechnische industrie in de EU15 in de periode 2013-2017 in de orde van 25 procent per jaar te liggen, tegenover 1,2 procent in Nederland.
[27] Bron: interview van een van de onderzoekers met de Director Business Development van QuTech in het kader van een TNO-onderzoek (2020) naar regionale innovatie-ecosystemen.

(en dus exportposities) zullen neerstrijken. Voor Nederland bieden de economische sterktes in Machine-industrie, Elektrotechnische industrie en Informatietechnologie en IT-diensten, op basis van exportoriëntatie, groei van toegevoegde waarde (mede in perspectief van de EU15) en relatieve oververtegenwoordiging (specialisatie t.o.v. de EU15), een betrekkelijk gunstige uitgangspositie.

6.3.2 Innovatievermogen

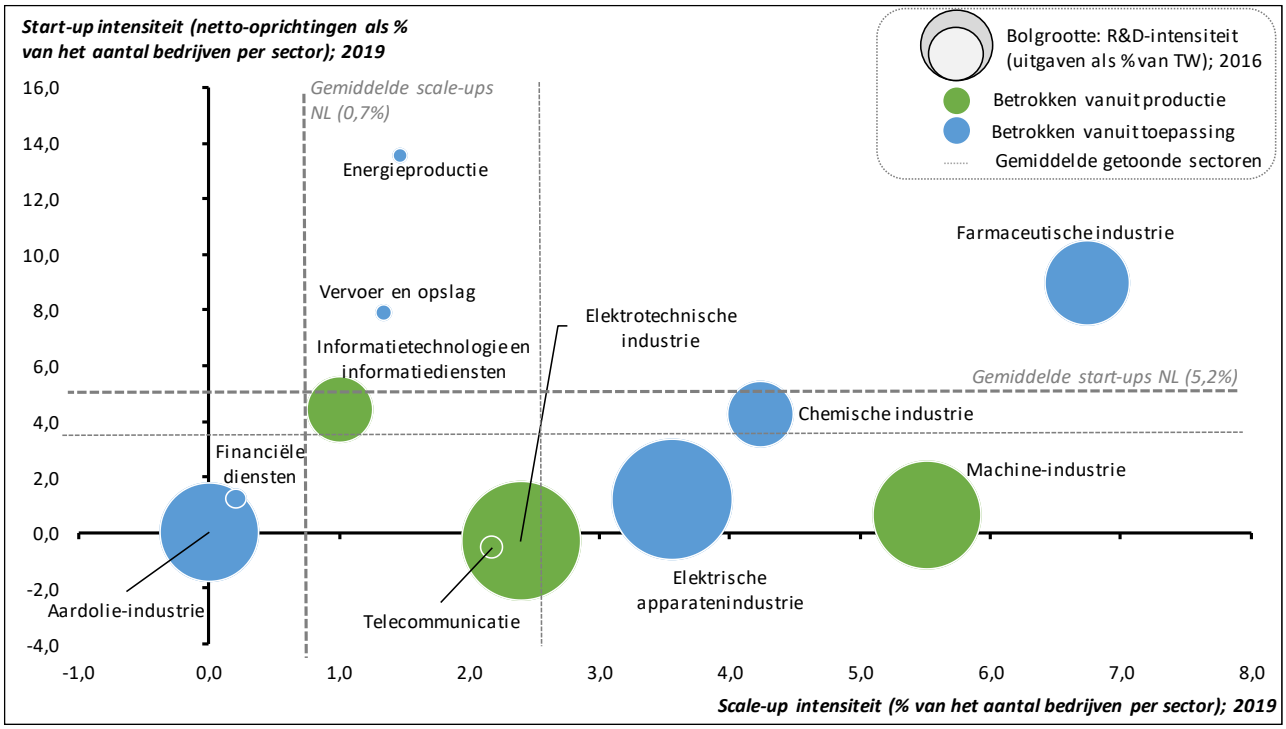
Figuur 8 geeft een beeld van het innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn bij quantumtechnologie vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) start-up intensiteit; ii) scale-up intensiteit; en iii) R&D intensiteit.

De grootte van een bol geeft de R&D-intensiteit van een sector weer: de omvang van private R&D-uitgaven als percentage van de toegevoegde waarde van de bijbehorende sector.[28] Hoe groter een bol, hoe belangrijker (zelf ontwikkelde) kennis voor actoren in de sector.

Op de horizontale as van Figuur 8 is de scale-up intensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[29] De positie (projectie) van een bol op de horizontale as refereert aan het aantal snelle groeiers (conform de CBS-definitie) als percentage van het gemiddeld aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe verder naar rechts, hoe meer ‘vernieuwing’ door ‘doorgroeiers’. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde scale-up intensiteit in Nederland weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de scale-up intensiteit van de sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 8 is de startupintensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[30] De positie (projectie) van een bol op de verticale refereert aan het netto aantal bedrijfsoprichtingen (het saldo van bedrijfsoprichtingen en opheffingen) uitgedrukt als percentage van het aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe hoger op de verticale as, hoe meer ‘vernieuwing’ door ‘nieuwkomers’. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van de sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

[28] Cijfers van 2016 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[29] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[30] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).



Figuur 8: Innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van Quantumtechnologie.[31] Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).

Quantumtechnologie is relevant voor sectoren die in de meeste gevallen een hoge R&D intensiteit kennen. Met name de productiesectoren Elektrotechnische industrie en Machine industrie kennen een grote R&D intensiteit. In de toepassingssectoren kennen met name de Elektrische apparatenindustrie, de Farmaceutische industrie en de Aardolie-industrie een hoge R&D intensiteit.

Gekeken naar de start-up intensiteit valt op dat de toepassingssectoren Energieproductie en Vervoer en opslag hoog scoren, terwijl de R&D intensiteit van deze sectoren relatief laag is. Vernieuwing lijkt hier in sterkere mate te worden aangejaagd door ‘nieuwkomers’ dan door R&D-investeringen van gevestigde bedrijven. Omgekeerd toont Figuur 8 dat de voor quantum relevante sectoren die relatief hoog scoren op R&D intensiteit, een relatief laag saldo van bedrijfsoprichtingen hebben. Het is precies om deze reden dat in de innovatieliteratuur belang wordt toegekend aan start-up om het proces van vernieuwing en diversificatie aan te jagen, voorbij de status quo en gevestigde belangen van grote bedrijven.

Het quantumonderzoek vindt nu nog voor een belangrijk deel plaats op universiteiten en kennisinstellingen. Uiteindelijk kan dit via spin-outs leiden tot nieuwe bedrijvigheid.

[31] Het aantal bedrijven per sector in Start-up intensiteit en Scale-up intensiteit betreft het gemiddelde aantal bedrijven in die sector over vier kwartalen.

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel.

Voor EZK (directie I&K) werkt TNO aan een analyse van het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap: de zogenaamde Landschapsanalyse (LSA). De methodiek en de resultaten van deze analyse vormen de basis voor de informatie die TNO aanlevert aan de Stafdirectie Nationaal Groeifonds voor de beoordeling van de huidige 6 voorstellen door de Nationaal Groeifondscommissie.

In het kader van de LSA is een database gebouwd met ‘bouwstenen’ (feiten en cijfers) die inzichtelijk maken hoe het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap eruit ziet, en hoe dit landschap zich kan ontwikkelen. Het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap omvat sleuteltechnologieën (gevat in de zogenaamde Meerjaren programma’s sleuteltechnologie (MJP’s)), missie thema’s (gevat in de zogenaamde Meerjaren Missiegedreven Innovatie Programma’s (MMIP’s)) en wetenschappelijke programma’s (gevat in de zogenaamde Nederlandse Wetenschappelijke Agenda (NWA-routes)). Daarnaast bevat deze database data uit andere databronnen, zoals die van CBS, CWTS, Eurostat en Elsevier. De LSA database omvat momenteel een zestal categorieën met onderliggende indicatoren. Tabel 5 geeft deze categorieën en de onderliggende indicatoren weer.

Voor de evaluatie van de groeifondsvoorstellen kan de LSA database worden ingezet om te evalueren hoe de voorstellen zijn ‘verankerd’ in het Nederlandse innovatiesysteem: in hoeverre deze kunnen bouwen op de capaciteiten van bestaande actoren en de relevante bestaande kenniskapitaalvoorraad; en in hoeverre de resultaten kunnen worden ‘geabsorbeerd’ door deze actoren. Dit geeft een indicatie van de potentie van de voorstellen - om tot resultaten te komen die kunnen worden toegepast in de economie, en/of om maatschappelijke uitdagingen te adresseren. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een reproduceerbare en herleidbare aanpak, die voor meerdere sectoren en technologieën (zoals beschreven in de voorstellen) ingezet kan worden.

Tabel 5: Categorieën van de LSA database.

Categorie 1 Thematische (nationale) agenda’s • Bijdragen aan Missies (MMIP’s) • Bijdragen aan NWA-routes • Bijdragen aan sleuteltechnologieën (MJP’s) • Bouwen op Missies (MMIP’s) • Bouwen op NWA-routes • Bouwen op sleuteltechnologieën (MJP’s)	**Categorie 4 Initiatieven** • Bijdrage aan MJP’s, MMIP’s, NWA-routes – uitbreiding in 2021 • Betrokken initiatieven (naam initiatief) • Rol type initiatieven (PPS, innovatieprogramma’s, agenda’s en beleidsstrategieën, etc.) • Betrokkenheid initiatieven per regio
Categorie 2 Actoren • Dominante actoren (naam actoren) • Samenwerking actoren • Rol overheden • Rol type actoren (universiteiten, TO2, bedrijven, etc.)	**Categorie 5 Potentiële groei bedrijfstakken** • Verdienvermogen (o.a. groei TW bedrijfstakken, arbeidsproductiviteit) • Concurrentievermogen (o.a. specialisme) • Innovatievermogen (o.a. start-ups/scale-up intensiteit)
Categorie 3 Budgetten • Totaal budget • Budget per financieringsbron (PPS, ROM, privaat, EU, NWO, TO2, Universiteiten) • Allocatie private en publieke R&D-investeringen	**Categorie 6 Kennis- en technologiesterktes** • Kennissterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties) • Technologiesterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties)

Bijlage II: Programma's

Op basis van het voorstel is de scope bepaald. Hierin wordt onderscheid gemaakt in kern programma's en complementaire programma's. Hieronder staat een overzicht van welke programma's tot de kern van Quantumtechnologie horen en welke programma's rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken.

Tabel 6: Thematische programma's.

Kern programma's	MJP 07. Nationale Agenda Quantumtechnologietechnologie
	NWA De quantumtechnologie / nano-revolutie
	MJP 55. Cybersecurity – Digitale Veiligheid en Privacy
Complementaire programma's	MJP 09. Nano-contamination control
	MJP 10. Nano for society
	MJP 21. Photonics for society
	MJP 22. Integrated Photonics
	MJP 25. Halfgeleider Fabricage Apparatuur ("Semiconductor Equipment")
	MJP 26. Systeemarchitectuur en Systeemintegratie
	MJP 71. Meet- en Detectietechnologie
	MJP 72. Evidence Based Sensing
	MJP 82. Materiaaltechnologie - made in Holland
	MJP 84. Dutch contribution to International Big Science Facilities
	NWA Meten en detecteren: altijd, alles en overal

Tabel 7: Thematische programma's en de link met onderzoek & innovatie ecosystemen.

Focus	**Thematische programma's**	**Onderzoek & Innovatie ecosystemen (Dialogic)**
Kern technologieën Quantum	MJP 07 Nationale Agenda Quantumtechnologie	OIE 32 Quantumtechnologie (computing)
	MJP 55 Cybersecurity	OIE 40 (Cyber) security
Complementaire technologieën Quantum	MJP 09. Nano-contamination control	OIE 34 Nanotechnologie
	MJP 10. Nano for society	
	MJP 21. Photonics for society	OIE 33 Fotonica
	MJP 22. Integrated photonics	
	MJP 25. Halfgeleider Fabricage Apparatuur	OIE 35 Semicon
	MJP 26. Systeemarchitectuur en Systeemintegratie	NA
	MJP 71. Meet- en detectietechnologie	OIE 42 Sensoriek en meet- en detectietechnologie
	MJP 72. Evidence Based Sensing	
	MJP 82. Materiaaltechnologie	IE 2 Nieuwe materialen
	MJP 84 Dutch contribution to big science facilities	IE 1 Big Science

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2021 R10525

Health-RI - voorstel Groeifonds
Analyse van de strategische onderbouwing van het bbp-effect

Datum	18 maart 2021
Auteur(s)	Babette Bakker Thijmen van Bree Amber Geurts Govert Gijsbers Marcel de Heide Marissa Hoekstra Finn Speijer
Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	30
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	Programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds
Projectnummer	060.47859

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland 4
2.1 Inleiding 4
2.2 Aanpak 4
2.3 Resultaat 5

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen 10
3.1 Inleiding 10
3.2 Aanpak 10
3.3 Resultaten 10
3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven 10
3.3.2 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren 11

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling 16
4.1 Inleiding 16
4.2 Aanpak 16
4.3 Resultaten 16

5 Toepasbaarheid van de innovatie 20
5.1 Inleiding 20
5.2 Aanpak 20
5.3 Resultaten 20
5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid 20
5.3.2 Omvang financieringsstromen 22

6 Groeipotentieel 24
6.1 Inleiding 24
6.2 Aanpak 24
6.3 Resultaten 24
6.3.1 Concurrentievermogen 24
6.3.2 Innovatievermogen 27

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel. 29

Bijlage II: Programma's 30

1 Inleiding

In de Miljoenennota 2020 heeft het kabinet een investeringsfonds aangekondigd dat als doel heeft het verdienvermogen van Nederland duurzaam te vergroten. Dit Nationaal Groeifonds vloeit voort uit de eind 2019 verschenen groeistrategie, waarin geconstateerd is dat er aanleiding is voor extra investeringen, van incidentele en niet-reguliere aard, om het verdienvermogen te versterken. Voor de periode 2021-2026 is in het Nationaal Groeifonds 20 miljard Euro beschikbaar.

In de Miljoenennota 2020 zijn drie terreinen geformuleerd die het meest kunnen bijdragen aan de productiviteitsgroei, en daarmee het verdienvermogen: (1) Kennisontwikkeling; (2) Research & development (R&D) en innovatie; en (3) Infrastructuur.

Voor R&D zijn nu 6 voorstellen geformuleerd die ter beoordeling voorliggen aan de onafhankelijke Beoordelingscommissie (vanaf nu: commissie). Er is een analysekader opgezet om de beoordeling structureren (uniform te doorlopen). De afdeling Strategic Analysis and Policy (SA&P) van TNO is door de commissie van het Nationaal Groeifonds gevraagd om ondersteunende informatie aan te leveren voor de beoordeling van de voorstellen. Specifiek gaat het daarbij om input die de commissie kan helpen bij het evalueren met enkele van de zogenaamde criteria van de strategische onderbouwing van het bbp-effect, die onderdeel vormen van het analysekader.

Dit rapport bevat de ondersteunende informatie voor het voorstel getiteld Health-RI. De methodologie die is toegepast om te komen tot deze informatie is weergegeven in een separaat methodologierapport.[1]

[1] Zie: TNO (2021). *Methodologierapport behorende bij het programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds*.

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland

2.1 Inleiding

In de context van het analysekader van de commissie worden de voorstellen getoetst op hun vermogen om bij te dragen aan bbp-groei. Het analysekader beschrijft dat als een evaluatie van de strategische onderbouwing van bbp-effect. Een criterium is de mate waarin Nederland comparatieve voordelen heeft ten opzichte van andere landen op het investeringsgebied van het voorstel. TNO probeert dit inzichtelijk te maken door te analyseren wat Nederland op het gebied van kennis en technologie 'al in huis heeft' op die respectievelijke investeringsgebieden.[2] Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van of Nederland comparatieve voordelen heeft op de gebieden waar de voorstellen aan refereren

2.2 Aanpak

Voor elk van de voorstellen worden de kennis- en technologievelden waaraan het bijbehorende onderzoek refereert geïdentificeerd. De LSA database (zie Bijlage I) kan vervolgens inzicht geven in hoe goed Nederland is op de relevante kennisvelden en sleuteltechnologieën, gebaseerd op eerdere 'kennisoutput', met indicatoren als citatie-impactscore en onderzoeksspecialisatie-index. Dit geeft een indicatie van de comparatieve voordelen waarop in de context van een voorstel wordt gebouwd, en aan wordt bijgedragen.

De aanpak kent de volgende stappen:[3]

- Linken voorstel aan kennisvelden en sleuteltechnologieën, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse kennis- en technologiesterktes, en duiding van de resultaten.

[2] De LSA database (zie Kader 1) kan ook inzicht geven in concurrentievermogen, innovatievermogen en specialisatie van relevante bedrijfstakken, t.o.v. EU-15. Dit wordt al in stap II.2.b en II.2.d gedaan en zullen wij daarom hier niet nogmaals genoemd.

[3] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

Kader 1: Linken voorstellen.

Om de voorstellen te linken is het noodzakelijk om op basis van ‘expert judgement’ aan te geven:

- met welke kennisvelden (volgens CWTS indeling) het voorstel te linken is;
- met welke MMIP’s / MJP’s / NWA routes het voorstel een directe (kern) of indirecte (complementair) link heeft;
- en met welke sectoren/bedrijfstakken (op SBI-niveau) het voorstel te linken is.

Op die manier kunnen de verschillende bouwstenen (cijfers) uit de LSA database gelinkt worden aan een voorstel om de cijfers naar boven te halen.

Deze inschatting zal in eerste instantie gedaan worden door leden van het projectteam. Analyses gebaseerd op expert judgement zijn onderhevig aan individuele bias door de kennis waarover de experts beschikking hebben. Door de expert judgement te valideren met andere TNO-experts, kan zogenaamde ’intersubjectiviteit overeenkomst’ worden gecreëerd. Deze validatieslag draagt bij aan de ‘robuustheid’ van de analyse.

2.3 Resultaat

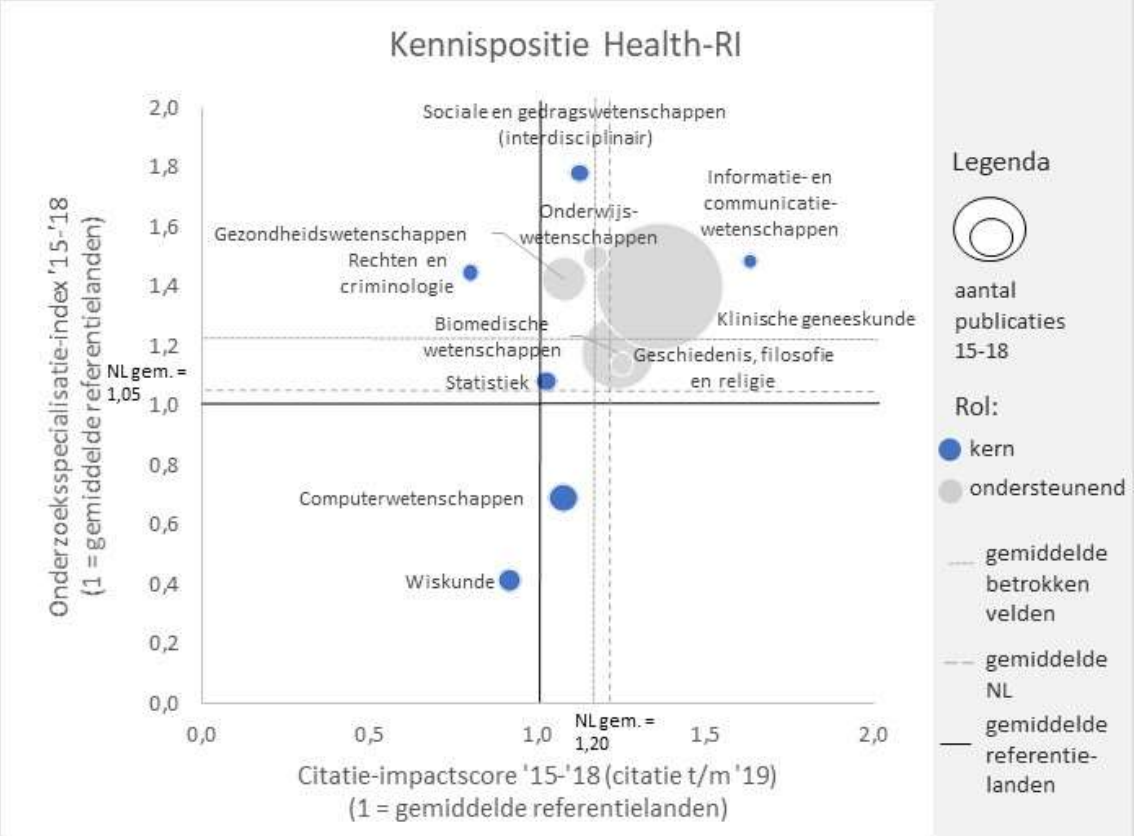
Figuur 1 toont een vergelijking van de kennisvelden die belangrijk zijn voor het bouwen van een data-infrastructuur in de gezondheidssector, en geeft een vergelijking van de Nederlandse publicaties in deze velden met 20 referentielanden.[4] Voor een selectie van de relevante kennisvelden, zie Kader 2. De omvang van een bol geeft de omvang in aantal publicaties in dezelfde periode weer. Hoe groter de omvang van deze bol, hoe meer publicaties er zijn uitgegeven.

Op de horizontale as van Figuur 1 is de citatie-impactscore uitgezet.[5] De citatie-impact geeft weer hoe vaak er door wetenschappelijke publicaties naar Nederlandse publicaties wordt verwezen. Hoe vaker er wordt gerefereerd, hoe hoger de wetenschappelijke impact. De citatie-impactindex vergelijkt de citatie-impact van Nederland met 20 referentielanden. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de kwaliteit van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe verder de bol naar rechts staat, hoe hoger de wetenschappelijke impact van Nederland in dit kennisveld ten opzichte van de referentielanden. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse citatie-impactscore van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde citatie-impactscore van de kennisvelden in Nederland die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 1 is de onderzoekspecialisatie uitgezet.[6] De onderzoekspecialisatie geeft de verdeling van Nederlandse publicaties over kennisvelden weer. Hoe meer publicaties in een kennisveld, hoe hoger dit aandeel. De onderzoeksspecialisatie-index vergelijkt deze onderzoeksspecialisatie met de onderzoeksspecialisatie van de referentielanden. Deze normalisering is nodig, omdat het belang van publiceren per kennisveld verschilt. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over de omvang van de Nederlandse

[4] Australië, België, Canada, China, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Ierland, Italië, Japan, Noorwegen, Oostenrijk, Singapore, Spanje, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten, Zweden, Zuid-Korea en Zwitserland
[5] Cijfers over de periode 2015-2018.
[6] Cijfers over de periode 2015-2018.

wetenschap in dit kennisveld. Hoe hoger de bol staat op de verticale as, hoe groter het relatieve aandeel van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse onderzoekspecialisatie van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde onderzoekspecialisatie van de sectoren in Nederland die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 1 Kennispositie Health-RI.

Bron: CWTS citatie index-systeem, gebaseerd op ruwe data Web of Science, bewerking Rathenau Instituut (figuur gemaakt door TNO), 2020.

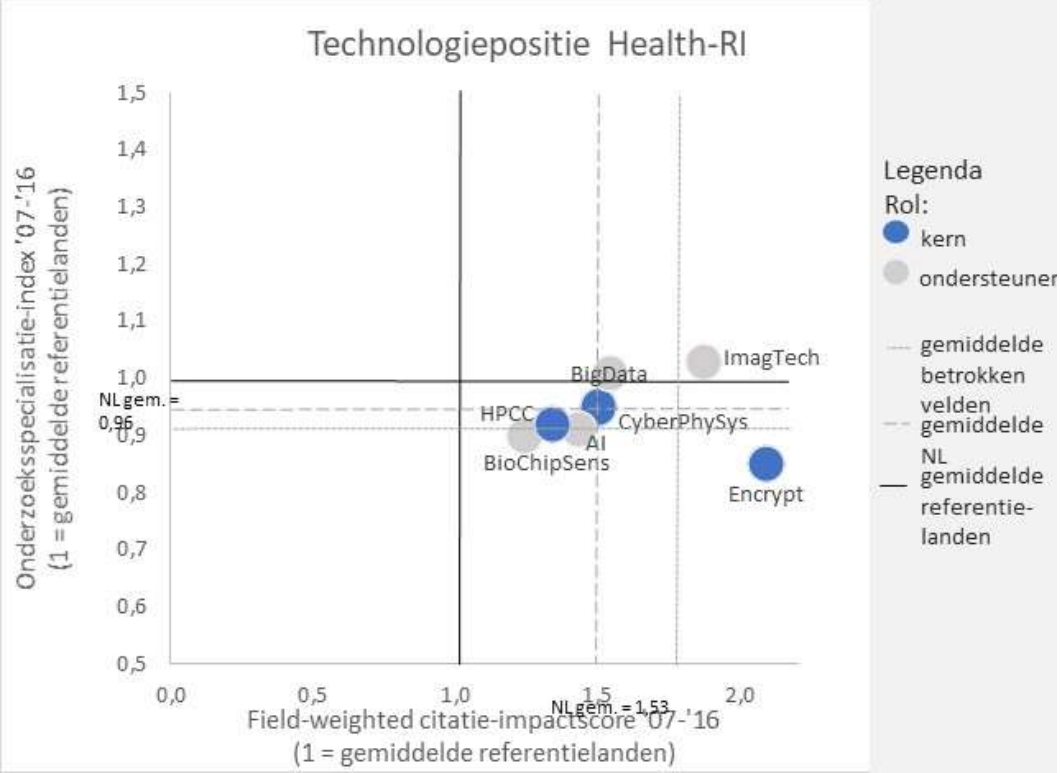
In het selectieproces (zie Kader 2) zijn 5 kennisvelden met een kern-rol geïdentificeerd en 5 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 36 kennisvelden.[7]

In Figuur 1 valt direct op dat de kennisvelden Gezondheidswetenschappen, Biomedische wetenschappen en Klinische geneeskunde een relatief groot aantal publicaties kent en ook hoog presteren op onderzoeksspecialisatie-index en citatie-impactscore. Deze kennisvelden zijn complementair aan de data-infrastructuur, maar laten wel zien dat er in deze sector ruimte is voor innovatie ten behoeve van een breed gebruik van de data-infrastructuur. Daarnaast valt op dat Nederland relatief veel publiceert in de kennisvelden die relevant zijn voor het ontwikkelen van een afsprakenstelsel over ethische, juridische en maatschappelijke kaders, namelijk in Rechten en criminologie en Sociale en gedragswetenschappen, hoewel de citatie-impactscore hier relatief laag is. In de kennisvelden die benut kunnen worden

[7] Op basis van de classificatie van CWTS.

voor het ontwikkelen van een data-infrastructuur is Nederland minder sterk, zoals in de Computerwetenschappen en in de Wiskunde.

Figuur 2 toont een vergelijking van belangrijke sleuteltechnologieën op basis van Nederlandse publicaties in vergelijking met de EU-28 landen. De betekenis van de omvang van de bollen, en de positie (projectie) op de assen is gelijk aan die van Figuur 1.



Figuur 2 Technologiepositie sleuteltechnologieën Health-RI.

Bron: Elsevier (2018) Kwantitatieve analyse van onderzoek en innovatie in sleuteltechnologieën in Nederland.

In het selectieproces (zie Kader 2) zijn 5 sleuteltechnologieën met een kern-rol geïdentificeerd, en 7 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 51 sleuteltechnologieën.[8]

Figuur 2 laat zien dat de Nederland wisselend presteert op de sleuteltechnologieën die belangrijk zijn voor Health-RI. Encryptietechnologie vormt een sterke basis voor een veilige data-infrastructuur, omdat de kwaliteit van Nederlandse publicaties hier erg hoog is, maar de omvang is relatief beperkt. Nederlandse publicaties in cloud technologies worden net vaker geciteerd dan de publicaties uit referentielanden. Publicaties in het domein van cyberphysical systems (nodig voor Internet of Things) worden relatief vaak geciteerd en hier ligt de relatieve publicatie-output bijna op hetzelfde als bij referentielanden. Bij elkaar genomen is de kennispositie in

[8] Op basis van de classificatie van NWO en TNO.

sleuteltechnologieën voor Health-RI gemiddeld, met een uitschieter in de hoge kwaliteit van publicaties in encryptietechnologie.

Kader 2: Scope kennisvelden.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de kennisvelden en sleuteltechnologieën die relevant zijn voor Health-RI.

Selectie scope kennisvelden
Een kennisveld speelt een kern rol als in dit kennisveld onderzoek wordt gedaan wat zelfstandig tot doorbraken kan leiden, zoals bij dataplatformtechnologie uit de Computerwetenschappen. Andere kennisvelden zoals Gezondheidswetenschappen hebben een complementaire rol, omdat kennis over dit domein samengebracht moet worden met kennis over de data-infrastructuur om te komen tot effectieve toepassingen in het domein.

Het voorstel heeft als doel om een geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur te ontwikkelen. Dit voorstel is minder kennis gedreven, maar per actielijn kunnen de kennisvelden worden geselecteerd. Voor het realiseren en implementeren van nationale afspraken over ethische, juridische en maatschappelijke kaders is kennis uit Rechten en criminologie en Sociale gedragswetenschappen primair van belang, met ondersteunende rol voor de Onderwijswetenschappen en Filosofie. Voor het creëren van een veilig, geïntegreerde data-infrastructuur komt kennis uit de Computerwetenschappen, Statistiek en Wiskunde. De derde actielijn richt zich op beschikbaar stellen van de software en onderliggende diensten en analysesoftware, inclusief opleiding en training. Om ervoor te zorgen dat de infrastructuur breed wordt gebruikt, is samenwerking met onderzoekers uit de Biomedische wetenschappen, Gezondheidswetenschappen en Klinische geneeskunde belangrijk. Deze velden spelen daarom een complementaire rol.

Selectie scope sleuteltechnologieën
Sleuteltechnologieën kunnen op dezelfde manier worden geïdentificeerd. Alleen voor de tweede actielijn zijn technologieën nodig voor het ontwikkelen van de data-infrastructuur. De sleuteltechnologieën cyberphysical/embedded systems, cloud computing technologies en encryptietechnologie zijn hier de belangrijkste technologieën. Biochips en imaging technologie zijn belangrijke bronnen voor data in de gezondheidszorg en zijn complementair aan de data-infrastructuur. De derde actielijn stelt onderliggende software en diensten beschikbaar die gebruik maken van Artificiële Intelligentie en Big Data. Deze sleuteltechnologieën zijn daarom complementair.

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen

3.1 Inleiding

Een tweede strategisch criterium dat wordt getoetst is of het voorstel een in Nederland aanwezig ecosysteem versterkt. Op basis van de aanwezige informatie in de LSA database (zie Bijlage I) schetst TNO daartoe een beeld van de bestaande ecosystemen die de kennis zouden kunnen toepassen, en de actoren die daar momenteel onderdeel van uitmaken. Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van het vermogen van de voorstellen om bestaande ecosystemen in Nederland te versterken.

3.2 Aanpak

De LSA kan inzicht geven in welke actoren in het NL innovatielandschap onderzoek (willen) doen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Deze actoren analyse, die een inzicht geven van het netwerk van actoren actief binnen een bepaalde programma, is met enige aanpassingen te linken aan de innovatie ecosystemen zoals gedefinieerd in het Dialogic rapport.[9]

De aanpak kent de volgende stappen:[10]
- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Linken Dialogic rapport met thematische KIC en check op actoren.
- Analyse actoren en innovatie ecosysteem, en duiding van de resultaten.

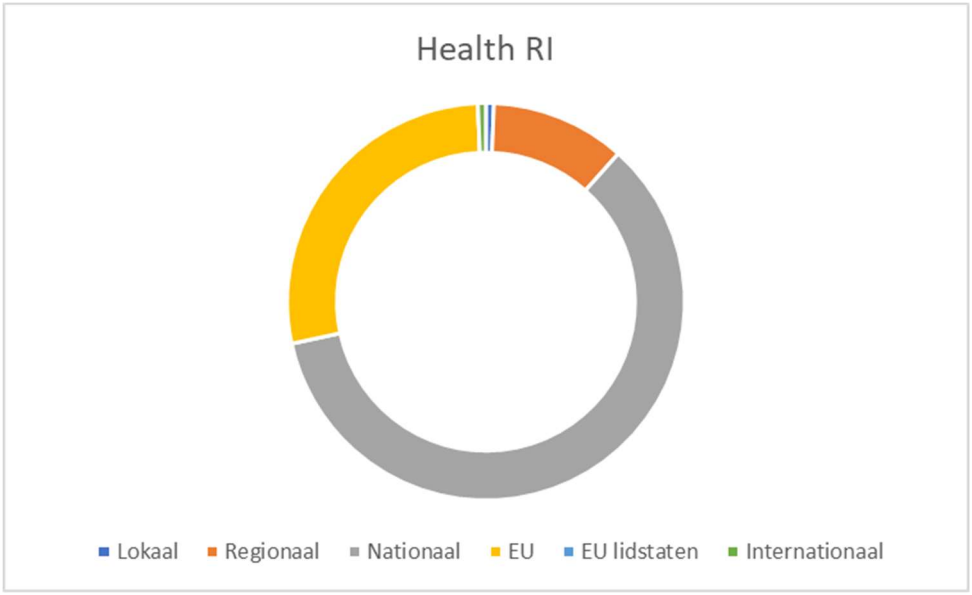
3.3 Resultaten

Om een beeld te vormen van het type onderzoek- en innovatie ecosysteem van Health-RI wordt een analyse uitgevoerd naar het type initiatieven, en het type actoren binnen dit ecosysteem.

3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven

Figuur 3 geeft een overzicht van de typen initiatieven die in het onderzoek en innovatielandschap van Health-RI worden ondernomen (voor zowel kerntechnologieën als complementaire technologieën). Figuur 3 maakt daarbij onderscheid naar niveau: lokale, regionale, nationale, EU, EU lidstaten of internationale initiatieven.

[9] De 56 innovatie ecosystemen geïdentificeerd in het Dialogic rapport zijn goed te linken aan de thematische KIC. In de meeste gevallen wordt een breder innovatie ecosysteem in kaart gebracht binnen de LSA database dan in het Dialogic rapport waar het aantal actoren is gelimiteerd tot 15 illustratieve actoren.
[10] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.



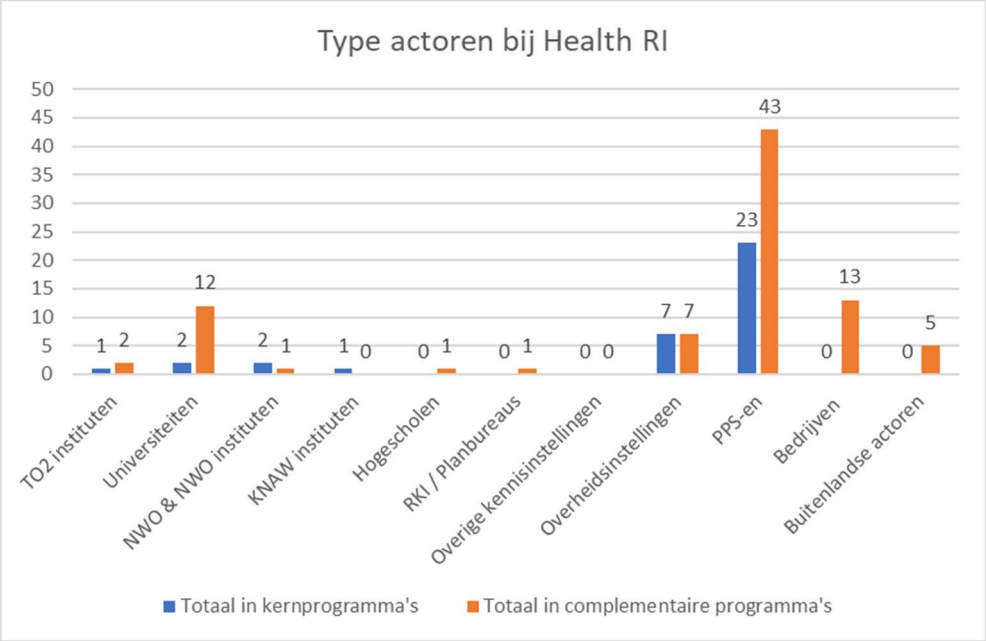
Figuur 3: Typen initiatieven betrokken in het onderzoek en innovatie ecosysteem van Health-RI naar niveau.[11]

Figuur 3 laat zien dat het onderzoek en innovatie ecosysteem van Health-RI kan worden gedefinieerd als een innovatie ecosysteem met een nationale focus (ruim 60% van de initiatieven). Ook relatief veel EU initiatieven[12] worden ondernomen, naast een ruime selectie van regionale initiatieven. De grootste potentie om met dit innovatie ecosysteem impact te genereren ligt dus binnen Nederland en in de EU, en dan met name waar nationale initiatieven worden gekoppeld aan Europese initiatieven. Daarnaast liggen er mogelijkheden om op regionaal niveau impact te genereren.

3.3.2 *Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren*

Figuur 4 geeft een overzicht van de typen actoren in het onderzoek en innovatielandschap die werken aan de toepasbaarheid van Health-RI. Figuur 4 laat daarbij zowel de actoren zien die actief zijn binnen de ‘kern’ van Health-RI, alsmede de actoren die actief zijn binnen de ‘complementaire’ Health-RI technologieën.

[11] Deze gegevens bouwen op een analyse van de initiatieven die gekoppeld kunnen worden aan het thematische beleid. Initiatieven omvatten infrastructuren, campussen, PPS’en, etc. Zie het methodologierapport voor een nadere toelichting van deze indicator.
[12] De Europese onderzoekstrajecten zijn niet allemaal meegenomen in deze cijfers, maar spelen wel een grote rol voor het ontwikkelen van de data-infrastructuur.



Figuur 4: Type actoren betrokken in het onderzoek en innovatie ecosysteem van Health-RI.

Figuur 4 laat zien dat het onderzoek en innovatie ecosysteem van Health-RI kan worden gezien als een onderzoek & innovatie ecosysteem waarin met name PPS-en een hoofdrol spelen. Figuur 4 laat dus vooral zien dat ontwikkelingen binnen Health-RI worden gedragen door actoren actief in publiek-private samenwerkingen (PPS'en). Complementaire programma's die bijdragen aan de ontwikkelingen van Health-RI laten ook een belangrijke rol voor PPS'en zien. Daarnaast nemen ook bedrijven, universiteiten en overheidsinstellingen (triple helix) een positie in dit ecosysteem.

Een belangrijke kanttekening moet worden geplaatst bij de interpretatie van dit onderzoek en innovatie ecosysteem. Health-RI is namelijk zo opgezet dat er geen specifiek thematische MMIP, MJP of NWA route kan worden geïdentificeerd die de kern van Health-RI – rondom het ontwikkelen van een health data infrastructuur - reflecteert. Hierdoor kan er vanuit de kernprogramma's minder gebouwd worden op de data uit de Landschapsanalyse database om een indicatie te geven van het type onderzoek en innovatie ecosysteem dat zich om Health-RI vormt. We gaan er daarom vanuit dat in deze scoping relevante actoren ontbreken, die iets kunnen zeggen over het type onderzoek en innovatie ecosysteem voor Health-RI.

Tabel 1 geeft een overzicht van de verdeling van de type actoren in het onderzoek en innovatie ecosysteem rondom Health-RI. Tabel 1 is een berekening van het percentage van ieder type actoren in relatie tot het totaal aantal actoren dat binnen dit ecosysteem actief is.

Tabel 1 Verdeling actoren onderzoek en innovatie ecosysteem Health-RI.

Type actoren	Totaal in kern programma's	Totaal in complementaire programma's
TO2 instituten	8%	5%
Universiteiten	15%	29%
NWO & NWO instituten	15%	2%
KNAW instituten	8%	0%
Hogescholen	0%	2%
RKI / Planbureaus	0%	2%
Overige kennisinstellingen	0%	0%
Overheidsinstellingen	54%	17%
Bedrijven	0%	31%
Buitenlandse actoren	0%	12%

Tabel 1 laat zien dat in de kerntechnologieën van Health-RI voornamelijk overheidsinstellingen actief zijn (54%), met een geringere rol voor de andere typen actoren, waaronder universiteiten en NWO instituten (15% respectievelijk). De verdeling tussen de type actoren is iets gevarieerde bij de complementaire technologieën van Health-RI, waarbij bedrijven (31%), universiteiten (29%), en overheidsinstellingen (17%) de voornaamste rollen innemen.

Tabel 2 is een verdere verdieping en specificatie van Tabel 1. Tabel 2 geeft voor de kerntechnologieën van Health-RI aan welke dominante actoren een rol spelen in dit onderzoek en innovatie ecosysteem. Tabel 2 is berekend door een optelsom te maken van de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie - 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de 5 programma's die behoren tot de kerntechnologieën van Health-RI (zie scope in Kader 3).

Tabel 2 Dominante actoren kern.[13]

Actor	Mate van betrokkenheid kern
Dutch Digital Delta/Team ICT	6
NWO	5
Topsector ICT (Dutch Digital Delta)	5
Ministerie van EZK	4
TO2 Instituten	3
TNO	3
UMCs	3
CWI: Centrum Wiskunde & Informatica	3
Ministerie van SZW	3
Ministerie van VWS	3
BTIC	3
dcypher	3
Preventiecoalitie	3
Taskforce AI	3
Topsector Creatieve Industrie	3
Topsector HTSM	3
Topsector LSH	3
Topteam Sport en Bewegen	3
AMR-Global	3
Health-RI	3
Hii~Holland	3
ICAI	3
I-JGZ	3
IMPROVE	3
mICF	3
Nationaal Platform Sport Data Valley	3
P4O2	3
Personalised Nutrition & Health	3

[13] Voor een nadere toelichting op deze tabel en de berekening erachter, zie het methodologierapport.

Actor	Mate van betrokkenheid kern
Regulatory Innovations	3
SPRONG	3
TopFit	3
Transitieteams GROZ	3

Tabel 3 is ook een verdere verdieping en specificatie van Tabel 1. Tabel 3 geeft voor de complementaire technologieën van Health-RI aan welke dominante actoren een rol spelen in dit onderzoek en innovatie ecosysteem. Tabel 3 is berekend door een optelsom te maken van de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie - 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de 10 programma's die behoren tot de complementaire technologieën van Health-RI (zie scope in Kader 3).

Tabel 3 Dominante actoren complementair.[14]

Actor	Mate van betrokkenheid complementair
Topsector HTSM	13
Ministerie van SZW	9
Ministerie van VWS	9
Topsector Creatieve Industrie	9
Topsector ICT (Dutch Digital Delta)	9
Topsector Logistiek	9
Topsector LSH	9
Topsector T&U	9
IMDI	9
Transitieteams GROZ	9
DCVA	8
Topsector Agri&Food	8
TNO	7
Topsector Chemie	6
hDMT	6
IMPROVE	6
Mental Health	6
Oncode	6
TopFit	6
European Lead Factory (ELF)	6
Royal Philips	5
TO2 Instituten	4
TU Eindhoven	4
Maastricht University	4
Universiteit van Amsterdam	4
NWO	4
Ministerie van EZK	4
UMCs	3
Preventiecoalitie	3
Topteam Sport en Bewegen	3
EBS-CC	3
Extramuralisering	3
FMI-PPP	3
Hii~Holland	3
NADP	3
NCOH	3
NeoKidney	3
NeuroTech-NL	3
NILG	3
P4O2	3
PATH	3
Perioperatieve zorg	3
Proefdiervrije innovaties	3
Regmed XB	3
Gortemaker Algra Feenstra Architects	3

[14] Voor een nadere toelichting op deze tabel en de berekening erachter, zie het methodologierapport.

Kader 3: Scope thematische programma's.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de programma's die betrokken zijn bij Health-RI. Op basis van het voorstel hebben de TNO experts door middel van expert judgement de scope van de geselecteerde programma's in de database bepaald. Er is onderscheid gemaakt tussen twee verschillende type programma's: kernprogramma's en complementaire programma's. Kernprogramma's zijn programma's die belangrijk zijn om Health-RI verder te ontwikkelen. De complementaire programma's zijn programma's die rand-voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken.

Tot de kern programma's van Health-RI behoren programma's gericht op data delen, ontwikkeling van een data infrastructuur binnen de zorg, privacy en cybersecurity, en verantwoorde toegang tot en gebruik van big data. De volgende thematische programma's behoren dan ook tot de kern: MMIP Centrale missie: langer gezond, MJP 45. Nederland Werkt in Slimme Ketens aan Artificiële Intelligentie (AI)*, MJP 55. Cybersecurity – Digitale Veiligheid en Privacy, NWA Gezondheidszorgonderzoek, preventie en behandeling, NWA Waardecreatie door verantwoorde toegang tot en gebruik van big data.

Geselecteerde complementaire programma's die rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken zijn gericht op, onder andere, leefstijl en leefomgeving en zorg in de leefomgeving waarbij wearables een rol spelen, en gepersonaliseerde medicijnen. De thematische programma's die hiertoe behoren zijn: MJP 13. Smart personalized food and medicine, MJP 16. MedTech, MJP 48. AI enabled Electronic Components & Systems addressing societal solutions, MJP 87. "Vitality, Lifestyle and Ageing-in-place for people with (early)dementia in Smart Cities: the route to RAP (a Reactive, Adaptive en Proactive (built) living environment)", NWA Personalised medicine: uitgaan van het individu, NWA Meten en detecteren, NWA Sport en bewegen, MMIP 1: Leefstijl en leefomgeving, MMIP 2: Zorg in de leefomgeving, MMIP 3: Mensen met chronische ziekten doen meer mee.

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling

4.1 Inleiding

Een volgende stap in het analysekader is een toets op de potentiële impact van de onderzoeksresultaten op de productiviteit. TNO maakt geen directe inschatting van deze potentiële bijdrage van het onderzoeksvoorstel - het is niet mogelijk om dat objectief te doen. TNO beschrijft productiviteitsontwikkelingen in die sectoren waarin de kennis die voortkomt uit de voorstellen zou kunnen worden toegepast. De aanname is dat toepassing in sectoren die een sterke ontwikkeling in hun productiviteit kennen leidt tot additionele groei van de productiviteit van de Nederlandse economie.[15] Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de productiviteitsbijdrage van de individuele voorstellen.

4.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan sectoren waar die kennis kan worden toegepast, kan met behulp van informatie in de LSA-database (zie Bijlage I) inzichtelijk worden gemaakt hoe de productiviteit, als proxy voor verdienvermogen, zich in de afgelopen jaren hebben ontwikkeld in die sectoren in Nederland. TNO beschrijft dit verdienvermogen aan de hand van drie indicatoren: groei arbeidsproductiviteit, groei toegevoegde waarde, en omvang toegevoegde waarde.[16]

De aanpak kent de volgende stappen:[17]
- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau), en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse en duiding van de resultaten.

4.3 Resultaten

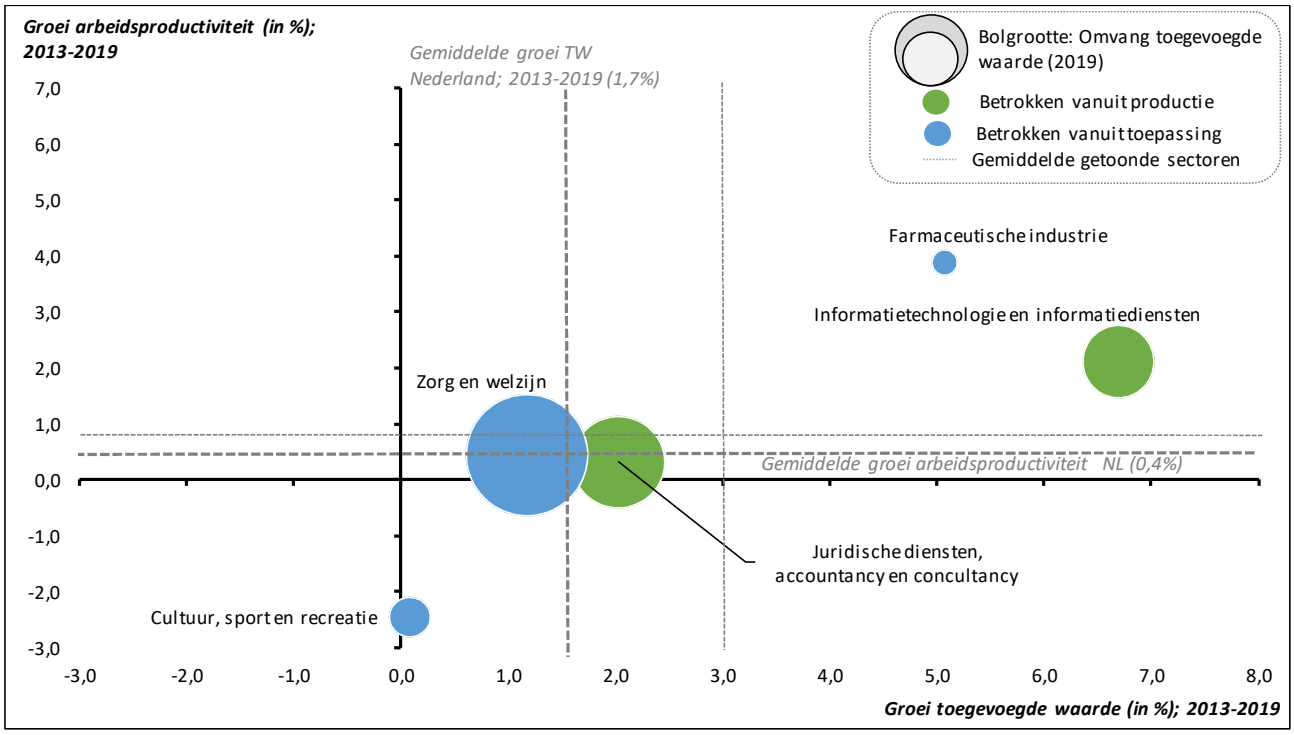
Figuur 5 toont voor sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van ‘Health-RI’ de arbeidsproductiviteitsgroei en groei van toegevoegde waarde.[18] De grootte van de bollen duidt de omvang van de toegevoegde waarde (bbp-bijdrage).[19] Dit zegt iets over de relevantie van de sector voor de totale Nederlandse economie. Hoe groter deze bol, hoe omvangrijker het aandeel in de economie (de bbp-bijdrage).

Op de horizontale as van Figuur 5 is de groei van toegevoegde waarde (gemiddelde jaarlijkse groei in procenten over de periode 2013 - 2019)

[15] Zie bijvoorbeeld: EZK (2020). *Visie op de toekomst van de industrie in Nederland (2020)*. www.rijksoverheid.nl.
[16] Een vergelijking met de EU15 op enkele van deze indicatoren komt in hoofdstuk 6 aan bod, in de beschrijving van het concurrentievermogen van Nederland. Voor een vergelijking van de arbeidsproductiviteitsontwikkeling van Nederland in internationaal perspectief, verwijzen we naar het TNO-rapport “Groeisectoren in Nederland in internationaal perspectief (TNO-rapport 2020 R11529, zie ook: www.rijksoverheid.nl (hyperlink)).
[17] Deze stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.
[18] Cijfers over de periode 2013-2019.
[19] Cijfers voor 2019.

weergegeven. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de ontwikkeling van deze sector en de relevantie: hoe verder naar rechts, hoe belangrijker deze sector is geworden voor de Nederlandse economie in de afgelopen jaren. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de toegevoegde waarde van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 5 is de groei van de arbeidsproductiviteit (gemiddelde jaarlijkse groei in procenten over de periode 2013 - 2019) uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over de ontwikkeling van de waarde die gemiddeld wordt gecreëerd per gewerkt uur, en daarmee over de ontwikkeling van het concurrentievermogen in een internationaal perspectief. Hoe verder naar boven op de as, hoe productiever en hoe concurrerender de bijbehorende sector is geworden in de afgelopen jaren. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de arbeidsproductiviteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 5: Verdienvermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie en toepassing van 'Health-RI' Bron: CBS (bewerking TNO)

In totaal zijn vijf van de ongeveer 40 bedrijfstakken (SBI-afbakening) die in analysedatabase de gehele economie vertegenwoordigen, geselecteerd in relatie tot Health-RI: 2 productiesectoren en 3 toepassingssectoren (voor een overzicht van (het proces van) de selectie, zie Kader 4). Tezamen brachten deze sectoren in 2019 ongeveer 20 procent van het bbp voort. De sector Zorg en welzijn is van deze vijf sectoren veruit de grootste, met een aandeel van 9,2 procent in het bbp van 2019.

Nederland heeft in de voor Health-RI belangrijke productiesector Informatietechnologie en informatiediensten een goede economische uitgangspositie. Deze sector kende in de periode 2013-2019 een solide groei van arbeidsproductiviteit en toegevoegde waarde. Ook kan Health-RI voortbouwen op een ruime vertegenwoordiging van specialistische dienstverlening in de sector Juridische diensten, accountancy en consultancy. Deze sector bracht in 2019 5,4 procent van het bbp voort en groeide op een tempo iets boven het landelijk gemiddelde. Met de toepassing van Health-RI kan de Farmaceutische industrie de gunstige economische ontwikkelingen (ook in vergelijking met de EU15 – zie hoofdstuk 6) mogelijk verder uitbouwen. In het belangrijkste toepassingsgebied: Zorg en welzijn heeft Health-RI de potentie om, los van productiviteitsgroei en de directe bbp-bijdrage, maatschappelijke baten te genereren met inspanningen gericht op preventie en een gezondere leefstijl, in combinatie met gerichte, gepersonaliseerde zorg. Dit zijn ontwikkelingen die bijdragen aan het betaalbaar houden van de zorg.

Kader 4: Scope sectoren.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van: i) de sectoren die een rol spelen bij de ‘productie’ van Health-RI technologie (een geïntegreerde gezondheidsdata-infrastructuur); en ii) in welke sectoren deze toegepast kan worden. De selectie van toepassingssectoren is gebaseerd op de zaken die in het voorstel zijn benoemd en interpretatie van de TNO-onderzoekers. De selectie is gevalideerd middels *expert judgement* door TNO experts.

Bij de selectie is een ‘conservatie afbakeningsstrategie’ gehanteerd. In geval van twijfel over de importantie van een productiesector of toepassingsgebied, is de sector niet opgenomen in onze analysefiguren.

Het Health-RI voorstel beschrijft inspanningen en investeringen in data-infrastructuur om gezondheidsdata (beter) te koppelen en te delen ten behoeve van nieuwe vormen van onderzoek en innovatie in de zorg. Aandachtsgebieden zijn onder andere: preventie en gezondheidsverbetering (risico’s en gedrag/leefstijl), ziektemechanismen (biologie en precisiegeneeskunde), technologie (t.b.v. diagnostiek en behandeling). Deze aandachtsgebieden worden in den brede ondersteund door informatie-uitwisseling en datawetenschappen. Vanuit deze scope van het Health-RI voorstel, beschouwen we de sector ‘Informatietechnologie en informatiediensten’ als primaire producent van de gezondheidsdata-infrastructuur. Hiertoe behoort o.a. het ontwikkelen van benodigde software en activiteiten m.b.t. datahosting en -wharehousing. Aangezien gezondheidsdata een hoog niveau van privacybescherming en datasecurity vereist, achten we tevens de sector ‘Juridische diensten, accountancy en consultancy’ van belang in de productie van Health-RI technologie. Deze twee sectoren hebben derhalve een groene kleur in de bollenfiguren van hoofdstuk 4 en 6.

Sectoren die de gezondheidsdata en -informatie primair (kunnen) toepassen in hun productieprocessen beschouwen we als toepassingssectoren. Het gaat dan (uiteraard) om de sector Zorg en welzijn, waarin gepersonaliseerde zorgverlening, preventie en precisiegeneeskunde waarin zal worden toegepast. Daarnaast achten we de Farmaceutische industrie van belang vanuit de gedachte van efficiëntere, gepersonaliseerde medicijnontwikkeling. Tevens zien we een mogelijk toepassingsgebied van *wearable technologies* en datavergaring in combinatie met leefstijl en gedrag in de sector Cultuur, sport en recreatie. Deze drie sectoren hebben een blauwe kleur in de bollenfiguren van hoofdstuk 4 en hoofdstuk 6.

In de figuren over betrokkenheid van sectoren beperken we ons tot commerciële sectoren. Zowel in de ontwikkeling als toepassing van Health-RI technologie spelen Researchinstellingen, Overheid en (hoger) Onderwijs tevens een belangrijke rol. Deze publieke dienstensectoren zijn echter instrumenteel voor alle inhoudelijke onderwerpen van de groeifondsvoorstellen die wij nu analyseren. De kennissterktes van researchinstellingen en universiteiten komen elders in ons rapport aan bod. Bovendien nemen de sectoren Research, Overheid en Onderwijs niet of nauwelijks deel aan het internationale handelsverkeer, waardoor de analyse van hun concurrentievermogen (zie hoofdstuk 6) minder relevant is.

5 Toepasbaarheid van de innovatie

5.1 Inleiding

Een volgende stap in de evaluatie is een toets op de toepasbaarheid van de onderzoeksresultaten van de respectievelijke voorstellen. Ook hier toetst TNO niet direct: onze analyse schetst een beeld van de sectoren die de kennis zouden kunnen toepassen, en geeft een indicatie van markten waar de kennis kan worden toegepast. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

5.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan de onderzoeksdoelen van de MMIP's / MJP's / NWA-routes,[20] kan met behulp van de LSA (zie Bijlage I) het volgende inzichtelijk worden gemaakt:

a) Voor welke maatschappelijke uitdagingen (MMIP's) / sleuteltechnologieën (MJP's) / onderzoeksvelden (NWA-routes) de resulterende kennis van het onderzoeksdoel relevant is.
b) Wat de omvang is van de huidige voorgenomen publieke en private financieringsstromen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Dit geeft een indicatie van het belang dat (private) partijen hechten aan het onderzoek.

De aanpak kent de volgende stappen:[21]

- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1). Deze selectie is gelijk aan die zoals beschreven in Kader 3.
- Uitvoeren analyse van: a) thematische samenhang, en b) financieringsstromen; en duiding van de resultaten.

5.3 Resultaten

5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid

Tabel 4 laat op verschillende manieren zien welke bijdrage Health-RI zou kunnen leveren ten aanzien van de doelstellingen die zijn geformuleerd het thematische beleid (oftewel: de thematische KIA's - en meer in detail: de missies / MMIP's, de NWA routes en de ST MJP's).

De tabel presenteert deze bijdragen langs twee hoofdlijnen: i) de bijdragen die de Health-RI kernprogramma's kunnen doen binnen het thematische beleid (kern rijen), en ii) de bijdrage die de complementaire Health-RI programma's kunnen doen binnen het thematische beleid (complementaire rijen, zie Kader 3).

Daarnaast wordt in Tabel 4 een onderscheid gemaakt tussen bestaande relaties tussen Health-RI relevante programma's en technologieën en het thematische KIC (groen), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de

[20] De MMIP's / MJP's / NWA-routes zijn de belangrijkste thematische programma's van het onderzoeks- en innovatiebeleid in Nederland. Zie ook Bijlage I voor een nadere uitleg.
[21] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

programma's dat nu al wordt benut, en potentiële relaties tussen Health-RI en het thematische KIC (blauw), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's die in potentie kunnen worden benut. Een percentage van bijvoorbeeld 84% (blauw) betekent dus dat de kern programma's van Health-RI de totale potentie hebben om bij te dragen aan 83% van alle programma's (MMIP's) binnen het thema Gezondheid en zorg. Tegelijkertijd betekent dit ook dat er verwacht wordt dat met 17% van deze programma's binnen het thema Gezondheid geen link gelegd kan worden tussen de betrokken programma's bij Health-RI en de programma's binnen het thema Gezondheid en zorg.

Tabel 4. Bijdrage van Health-RI programma's aan de KIA's, NWA routes en MJP sleuteltechnologie programma's

Bijdrage thema Health-RI aan KIA's, NWA routes en MJP's in %		**Thema Energie en duurzaamheid**	**Thema landbouw, water, voedsel**	**Thema gezondheid en zorg**	**Thema veiligheid**	**MJP Sleutel-technologieën**	**NWA**
Kern	**Bestaande relatie**	19%	7%	32%	8%	18%	22%
	Potentie	38%	37%	84%	50%	35%	51%
Complementair	**Bestaande relatie**	6%	3%	54%	5%	11%	29%
	Potentie	18%	13%	74%	23%	28%	49%

Tabel 4 laat zien dat Health-RI kern programma's nog een beperkte relatie hebben met het thematische beleid (groen). Dat heeft vooral te maken met het feit dat Health-RI een sterk afgebakend en specifiek doel nastreeft: het opbouwen van een data-infrastructuur. De belangrijkste bijdrage bestaat aan het thema Gezondheid en zorg, maar ook hier is de bestaande relatie met 32% beperkt. Dit laat zich mede verklaren uit het feit dat de door Health-RI te ontwikkelen data-infrastructuur binnen het thema Gezondheid en zorg nog niet eerder een centrale rol speelde. Actuele relaties met de NWA routes en MJP sleuteltechnologieën laten zien dat ook in deze twee thema's gezondheid en data een rol spelen. Dat geldt ook voor de wat minder voor de hand liggende relatie met het thema energie en duurzaamheid. Hier zien we dat technologieën die relevant zijn voor data-infrastructuren in de zorg ook van belang zijn voor Energie: denk bijvoorbeeld aan slimme elektriciteitsnetwerken. Daarentegen laten de grote verschillen in alle kolommen in Tabel 4 tussen actueel en potentieel wel zien dat Health-RI kernprogramma's veel potentie hebben om deze bijdrage aan het thematische beleid te versterken voor bijna alle missiethema's. Het grote verschil tussen actueel en potentieel valt vooral op bij het thema Veiligheid Een data-infrastructuur voor Gezondheid levert dus niet alleen een sterke bijdrage aan het thema Gezondheid en zorg op maar is ook positief voor alle andere thema's.

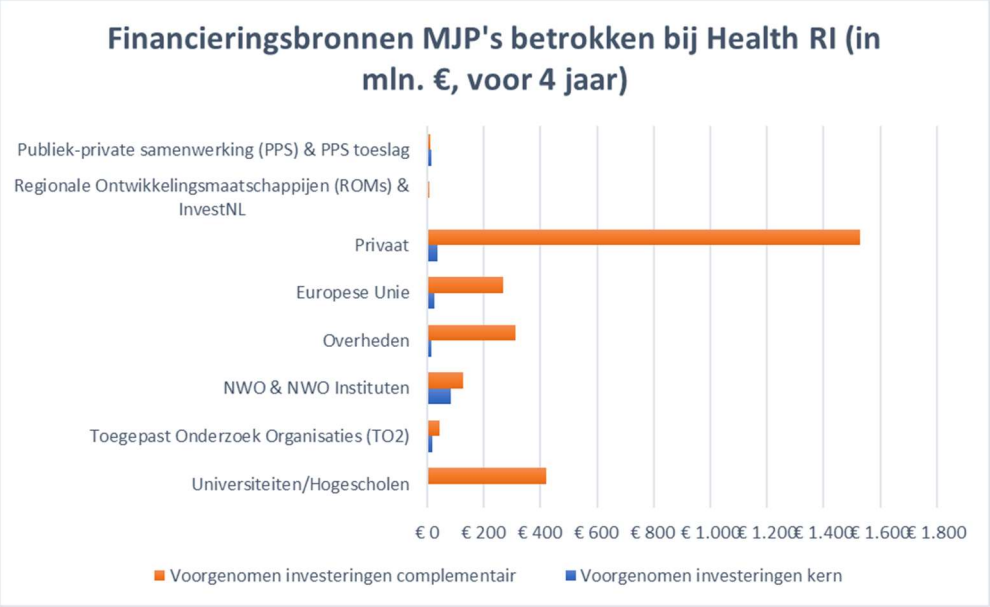
Tabel 4 laat verder zien dat ook de complementaire Health-RI programma's een beperkte relatie hebben tot het thematische KIC. Ook hier is er potentie om de complementaire Health-RI programma's toe te passen binnen het thematische beleid. Op termijn is er met name veel potentie voor de toepassing van complementaire Health-RI programma's binnen de missiethema's Sleuteltechnologieën, Gezondheid & Zorg, en Energie & duurzaamheid.

Voor Health-RI zijn een groot aantal complementaire technologieën relevant (Bijlage 2). Toch zijn de huidige relaties, met uitzondering van de thema's Gezondheid en zorg en in mindere mate de NWA, zeer beperkt. Deze lage percentages vinden hun basis in de geringe directe betrokkenheid van complementaire programma's bij het bouwen van een data-infrastructuur. Denk daar bij aan programma's als Personalised food and medicine en Sport en bewegen. Deze programma's zijn relevant in die zin dat ze kunnen toeleveren aan dan wel gebruik maken van de data-infrastructuur, zonder een sterke directe link te hebben.

Samenvattend laat Tabel 4 dus de meeste potentie voor de toepassing van Health-RI programma's en innovaties (kern en complementair) zien voor de missiethema's Gezondheid en Zorg en de NWA routes.

5.3.2 *Omvang financieringsstromen*

Figuur 6 toont de belangrijkste partijen die voornemens zijn in Health-RI programma's te investeren, en de bijbehorende voorgenomen omvang van hun financiering van onderzoek. Deze informatie is gebaseerd op een analyse van de informatie zoals opgenomen in de MJP's die refereren aan Health-RI programma's (zie Kader 1).[22] Op de verticale as zijn de verschillende financieringsbronnen beschreven. De horizontale as geeft de bereidheid om te investeren in dit onderwerp weer, in miljoenen euro's voor 4 jaar.



Figuur 6 Financieringsbronnen MJP's betrokken bij Health-RI [mln. Euro's / 4 jaar].

Figuur 6 laat zien dat voor de kernprogramma's de voorgenomen investeringen vanuit de MJP's zeer veel lager zijn (€ 176 mln.) dan voor de complementaire technologieën (€ 2676 mln.). Figuur 7 is gebaseerd op financiering vanuit de

[22] Opgemerkt dient te worden dat Figuur 7 alleen de financieringsbronnen voor de sleuteltechnologieën weergeeft op basis van de informatie die is opgenomen in de MJP's. Voor het overige thematische onderzoek is geen informatie beschikbaar op een niveau van aggregatie die bruikbaar is voor deze analyse.

Meerjarenprogramma's sleuteltechnologieën. Voor de NWA routes en MMIP's is geen informatie beschikbaar over de financieringsbronnen op een niveau van aggregatie die bruikbaar is voor deze analyse. Dit is ook een verklaring voor het geringe bedrag aan investeringen in kernprogramma's in figuur 7. Dit voorstel is namelijk niet technologie gedreven; de focus ligt op het mogelijk maken van data delen binnen de zorgsector, terwijl gegevens over andere mogelijke financieringsbronnen die hiervoor relevant kunnen zijn, zoals de MMIP's en NWA routes niet beschikbaar zijn.

Figuur 6 laat zien dat er vanuit verschillende partijen wordt gewerkt aan de kernprogramma's en technologieën relevant voor ontwikkeling en toepassing van Health-RI innovaties. Investeringen van PPS'en, overheden, EU en privaat lopen op in ordegrootte van € 13 - € 85 miljoen. Universiteiten en TO2 instellingen ontbreken in de MJP financiering van kerntechnologieën en -programma's.

Wat betreft de complementaire technologieën en programma's valt op dat deze volledig gedomineerd worden door de private sector met voorgenomen investering van ruim € 1,5 miljard. Dat is vooral te verklaren uit de grote omvang van de investeringen in Medtech programma's. Overige belangrijke investeerders zijn overheden (€ 312 mln.), EU (€ 267 mln.), en universiteiten en hogescholen (€ 420 mln.). TO2 instellingen, ROMs en PPS'en zijn grotendeels of geheel afwezig.

6 Groeipotentieel

6.1 Inleiding

De volgende stap in de evaluatie van het voorstel is een toets op het groeipotentieel dat gecreëerd wordt met de onderzoeksresultaten van het voorstel. Omdat ook dit moeilijk objectief is in te schatten probeert TNO dit inzichtelijk te maken door een beeld te schetsen van het concurrentievermogen en het innovatievermogen van sectoren die de resultaten zouden kunnen toepassen. Het concurrentievermogen wordt hier geïllustreerd met andere indicatoren dan in Hoofdstuk 4, waar gekeken werd naar productiviteitsontwikkeling.

De aanname is dat als de kennis neerslaat in sectoren die innovatief en concurrerend zijn, dit leidt tot additionele toekomstige groei. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

6.2 Aanpak

LSA (zie Bijlage I) kan inzicht geven in hoe relevante bedrijfstakken (op basis van de SBI-classificatie) zich hebben ontwikkeld in de afgelopen jaren wat betreft concurrentievermogen (met indicatoren als exportintensiteit, toegevoegde waarde (specialisatie), groeiverschil van toegevoegde waarde met EU15) en innovatievermogen (met indicatoren als start-up intensiteit, scale-up intensiteit en R&D intensiteit).

De aanpak kent de volgende stappen:[23]

- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau), en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse concurrentievermogen (inclusief benchmark met EU15 voor groeiverschil en omvang toegevoegde waarde) en innovatievermogen, en duiding van de resultaten.

6.3 Resultaten

6.3.1 Concurrentievermogen

Figuur 7 geeft een beeld van het concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn bij ‘Health-RI’ vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) groeiverschil toegevoegde waarde ten opzichte van het EU15-gemiddelde; ii) specialisatie van Nederland t.o.v. de EU15; en iii) de export intensiteit.

De grootte van een bol geeft de exportintensiteit van de bijbehorende sector weer: het deel van de productiewaarde (omzet) dat wordt geëxporteerd (uitgedrukt als percentage). Hoe groter een bol, hoe relevanter buitenlandse afnemers zijn voor de actoren in de sector.

[23] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

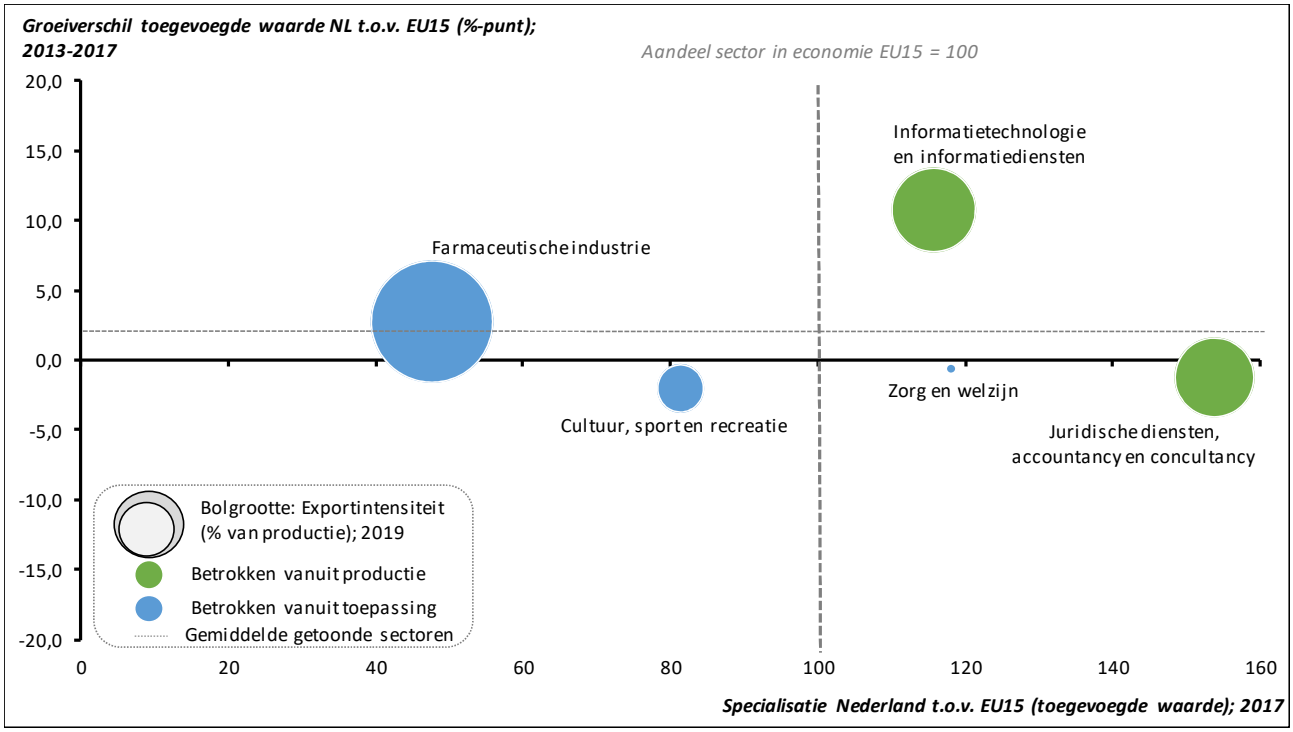
De horizontale as refereert aan de zogenaamde specialisatie-index. Deze wordt als volgt berekend:

$$\frac{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde Nederland}}{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde EU15}} \text{ x } 100.$$

De positie (projectie) van een bol op deze as geeft aan hoe het aandeel van de bijbehorende sector in de Nederlandse economie zich verhoudt tot het aandeel van dezelfde sector in de economie van de EU15. Een specialisatie-indexscore van 100 betekent dat het aandeel van een sector in de Nederlandse economie gelijk is aan het aandeel van diezelfde sector in de gezamenlijke economische omvang van de EU15. Wanneer een sector relatief groot is in Nederland (een indexscore groter dan 100), duidt dit op een oververtegenwoordiging ofwel een sterke positie in deze bedrijfsactiviteit. Omgekeerd drukt een specialisatiescore kleiner dan 100 ten opzichte van het EU15-gemiddelde een relatief beperkte vertegenwoordiging van een sector in Nederland uit.

De gedachte achter de specialisatie-index is dat een sectorale oververtegenwoordiging het resultaat is van kostenvoordelen en productiviteitsvoordelen die samenhangen met specifieke gunstige factoren in Nederland: comparatieve voordelen, zoals unieke kennis, kunde, productietechnologie, menselijk kapitaal, (internationale) bereikbaarheid, vertrouwen, etc. Dergelijke voordelen bepalen in belangrijke mate de concurrentiepositie van Nederland in specifieke bedrijfsactiviteiten.

Op de verticale as van Figuur 7 is het groeiverschil in toegevoegde waarde tussen Nederland en de EU-15 uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over hoe de bijbehorende Nederlandse sector zich ontwikkelt t.o.v. het gemiddelde van de sectoren in de EU-15. Hoe verder naar boven op de as, hoe sneller de groei in toegevoegde waarde t.o.v. sectorgenoten. in andere landen. Het groeiverschil tussen de Nederlandse economie en de EU15 was in de periode 2013-2017 nihil (0,0 procent): de economie van Nederland en de EU15 groeide gemiddeld per jaar in de periode 2013-2017 op een gelijk tempo. De horizontale as in Figuur 7 is derhalve het referentiepunt voor het gemiddelde groeiverschil tussen Nederland en de EU15. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft het gemiddelde groeiverschil van de Nederlandse sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel t.o.v. het bijbehorende EU-15 gemiddelde van dezelfde sectoren.



Figuur 7: Concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van ‘Health-RI’. Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).

Zoals beschreven in Hoofdstuk 4 bouwt de ontwikkeling van Health-RI programma’s en -technologie op twee productiesectoren, en zijn drie sectoren geïdentificeerd waarin ‘Health-RI’ kan worden toegepast (voor een overzicht van (het proces van) de selectie, zie Kader 4). In vergelijking met de EU15 heeft Nederland een ruime vertegenwoordiging van economische activiteit in Informatietechnologie en informatiediensten en specialistische dienstverlening in de sector Juridische diensten, accountancy en consultancy. Beide sectoren dragen substantieel bij aan de economie van Nederland en maakten in de analyseperiode vanaf 2013 bovendien een gunstige ontwikkeling door. De toegevoegde waarde van Juridische dienstverlening, accountancy en consultancy groeide daarbij op een ongeveer gelijk tempo als elders in de EU15.

De belangrijke toepassingssector Zorg en Welzijn is primair op dienstverlening in Nederland zelf gericht. De exportintensiteit is laag, zodat deze bol nauwelijks zichtbaar is in Figuur 7. Daarentegen is de Farmaceutische industrie in sterke mate verbonden in internationale ketens, met een exportwaarde in 2019 ter omvang van ongeveer 75 procent van de totale productie waarde in dat jaar. Bovendien is de Farmaceutische industrie in Nederland in de periode 2013-2019 sterk gegroeid (zie eerder in hoofdstuk 4). De gemiddelde jaarlijkse groei van de toegevoegde waarde is daarbij hoger dan gemiddeld in de EU15. Met andere woorden heeft Nederland een sterke concurrentiepositie in de Farmaceutische industrie. Health-RI kan in potentie bijdragen aan effectievere medicijnontwikkeling. Farmaceutische bedrijven in Nederland kunnen hiervan profiteren.

6.3.2 Innovatievermogen

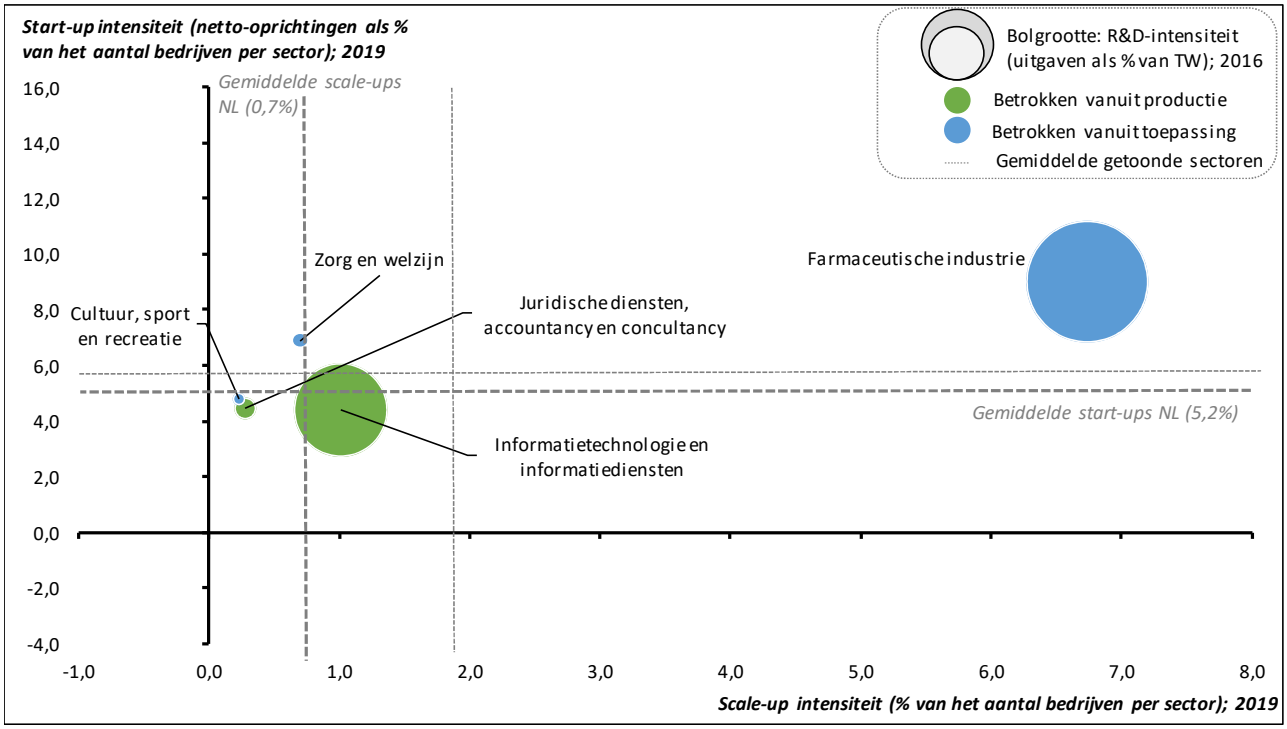
Figuur 8 geeft een beeld van het innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn bij Health-RI technologie vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) start-up intensiteit; ii) scale-up intensiteit; en iii) R&D intensiteit.

De grootte van een bol geeft de R&D-intensiteit van een sector weer: de omvang van private R&D-uitgaven als percentage van de toegevoegde waarde van de bijbehorende sector.[24] Hoe groter een bol, hoe belangrijker (zelf ontwikkelde) kennis voor actoren in de sector.

Op de horizontale as van Figuur 8 is de scale-up intensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[25] De positie (projectie) van een bol op de horizontale as refereert aan het aantal snelle groeiers (conform de CBS-definitie) als percentage van het gemiddeld aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe verder naar rechts, hoe meer ‘vernieuwing’ door ‘doorgroeiers’. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde scale-up intensiteit in Nederland weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de scale-up intensiteit van de sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 8 is de startupintensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[26] De positie (projectie) van een bol op de verticale refereert aan het netto aantal bedrijfsoprichtingen (het saldo van bedrijfsoprichtingen en opheffingen) uitgedrukt als percentage van het aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe hoger op de verticale as, hoe meer ‘vernieuwing’ door ‘nieuwkomers’. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van de sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

[24] Cijfers van 2016 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[25] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[26] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).



Figuur 8: Innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van 'Health-RI'.[27] Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).[28]

Van de voor Health-RI relevante productie- en toepassingssectoren doen bedrijven in de Farmaceutische industrie en Informatietechnologie en informatiediensten de relatief de hoogste R&D investeringen. Het innovatievermogen blijkt in de Farmaceutische industrie ook uit relatief veel start-ups en scale-ups. In de productiesectoren Informatietechnologie en informatiediensten en Juridische diensten, accountancy en consultancy ligt de start-up en scale-up intensiteit meer rond het landelijk gemiddelde. In de sector Zorg en welzijn zijn er relatief veel start-ups, maar dit betreft vermoedelijk veel zzp-ers. Hiervan zullen er maar weinig de ambitie hebben om hun bedrijf uit te breiden met meer medewerkers.

[27] Het aantal bedrijven per sector in Start-up intensiteit en Scale-up intensiteit betreft het gemiddelde aantal bedrijven in die sector over vier kwartalen.
[28] Voor de toepassingssectoren Zorg en welzijn en Cultuur, sport en recreatie ontbreekt data over de R&D-intensiteit. Om hun positie op start-up- en scale-up intensiteit toch weer te geven, is een fictieve, kleine waarde ingevuld.

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel.

Voor EZK (directie I&K) werkt TNO aan een analyse van het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap: de zogenaamde Landschapsanalyse (LSA). De methodiek en de resultaten van deze analyse vormen de basis voor de informatie die TNO aanlevert aan de Stafdirectie Nationaal Groeifonds voor de beoordeling van de huidige 6 voorstellen door de Nationaal Groeifondscommissie.

In het kader van de LSA is een database gebouwd met 'bouwstenen' (feiten en cijfers) die inzichtelijk maken hoe het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap eruit ziet, en hoe dit landschap zich kan ontwikkelen. Het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap omvat sleuteltechnologieën (gevat in de zogenaamde Meerjaren programma's sleuteltechnologie (MJP's)), missie thema's (gevat in de zogenaamde Meerjaren Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP's)) en wetenschappelijke programma's (gevat in de zogenaamde Nederlandse Wetenschappelijke Agenda (NWA-routes)). Daarnaast bevat deze database data uit andere databronnen, zoals die van CBS, CWTS, Eurostat en Elsevier. De LSA database omvat momenteel een zestal categorieën met onderliggende indicatoren. Tabel 5 geeft deze categorieën en de onderliggende indicatoren weer.

Voor de evaluatie van de groeifondsvoorstellen kan de LSA database worden ingezet om te evalueren hoe de voorstellen zijn 'verankerd' in het Nederlandse innovatiesysteem: in hoeverre deze kunnen bouwen op de capaciteiten van bestaande actoren en de relevante bestaande kenniskapitaalvoorraad; en in hoeverre de resultaten kunnen worden 'geabsorbeerd' door deze actoren. Dit geeft een indicatie van de potentie van de voorstellen - om tot resultaten te komen die kunnen worden toegepast in de economie, en/of om maatschappelijke uitdagingen te adresseren. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een reproduceerbare en herleidbare aanpak, die voor meerdere sectoren en technologieën (zoals beschreven in de voorstellen) ingezet kan worden.

Tabel 5: Categorieën van de LSA database.

Categorie 1 Thematische (nationale) agenda's • Bijdragen aan Missies (MMIP's) • Bijdragen aan NWA-routes • Bijdragen aan sleuteltechnologieën (MJP's) • Bouwen op Missies (MMIP's) • Bouwen op NWA-routes • Bouwen op sleuteltechnologieën (MJP's)	**Categorie 4 Initiatieven** • Bijdrage aan MJP's, MMIP's, NWA-routes – uitbreiding in 2021 • Betrokken initiatieven (naam initiatief) • Rol type initiatieven (PPS, innovatieprogramma's, agenda's en beleidsstrategieën, etc.) • Betrokkenheid initiatieven per regio
Categorie 2 Actoren • Dominante actoren (naam actoren) • Samenwerking actoren • Rol overheden • Rol type actoren (universiteiten, TO2, bedrijven, etc.)	**Categorie 5 Potentiële groei bedrijfstakken** • Verdienvermogen (o.a. groei TW bedrijfstakken, arbeidsproductiviteit) • Concurrentievermogen (o.a. specialisme) • Innovatievermogen (o.a. start-ups/scale-up intensiteit)
Categorie 3 Budgetten • Totaal budget • Budget per financieringsbron (PPS, ROM, privaat, EU, NWO, TO2, Universiteiten) • Allocatie private en publieke R&D-investeringen	**Categorie 6 Kennis- en technologiesterktes** • Kennissterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties) • Technologiesterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties)

Bijlage II: Programma's

Op basis van het voorstel is de scope bepaald. Hierin wordt onderscheid gemaakt in kern programma's en complementaire programma's. Hieronder staat een overzicht van welke programma's tot de kern van Health-RI horen en welke programma's rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken.

Tabel 6: Thematische programma's en de link met onderzoek & innovatie ecosystemen

Focus	**Thematische programma's**	**Onderzoek & innovatie ecosystemen (Dialogic)**
Kern programma's Health-RI	45. Nederland Werkt in Slimme Ketens aan Artificiële Intelligentie (AI)*	OIE 48 Artificial Intelligence
	NWA Waardecreatie door verantwoorde toegang tot en gebruik van big data	
	55. Cybersecurity – Digitale Veiligheid en Privacy	OIE 49 Cybersecurity
	NWA Gezondheidszorgonderzoek, preventie en behandeling	OIE 28 Leefstijl en leefomgeving
	MMIP Centrale missie: langer gezond	OIE 27 Langer gezond leven
Complementaire programma's Health-RI	13. Smart personalized food and medicine	NA
	16. MedTech	
	NWA Personalised medicine: uitgaan van het individu	
	48. AI enabled Electronic Components & Systems addressing societal solutions	OIE 48 Artificial Intelligence
	87. "Vitality, Lifestyle and Ageing-in-place for people with (early) dementia in Smart Cities: the route to RAP (a Reactive, Adaptive en Proactive (built) living environment)"	OIE 31 Mensen met dementie en hun mantel(zorgers)
	NWA Meten en detecteren: altijd, alles en overal	OIE 43 Sensoriek en meet- en detectietechnologie
	NWA Sport en Bewegen	OIE 28 Leefstijl en Leefomgeving
	MMIP 1: Leefstijl en leefomgeving	
	MMIP 2: Zorg in de leefomgeving	OIE 29 Zorg op juiste plek
	MMIP 3: Mensen met chronische ziekten doen meer mee	OIE 30 Mensen met chronische ziekten

Anna van Buerenplein 1
2595 DA Den Haag
Postbus 96800
2509 JE Den Haag

www.tno.nl

T +31 88 866 00 00

TNO-rapport

TNO 2021 R10523

REGMED XB - voorstel Groeifonds
Analyse van de strategische onderbouwing van het bbp-effect

Datum	18 maart 2021
Auteur(s)	Babette Bakker Thijmen van Bree Amber Geurts Govert Gijsbers Marcel de Heide Marissa Hoekstra Finn Speijer

Exemplaarnummer	
Oplage	
Aantal pagina's	31
Aantal bijlagen	2
Opdrachtgever	Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Projectnaam	Programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds
Projectnummer	060.47859

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2021 TNO

Inhoudsopgave

1 Inleiding 3

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland 4
2.1 Inleiding 4
2.2 Aanpak 4
2.3 Resultaat 5

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen 9
3.1 Inleiding 9
3.2 Aanpak 9
3.3 Resultaten 9
3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven 9
3.3.2 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren 10

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling 16
4.1 Inleiding 16
4.2 Aanpak 16
4.3 Resultaten 16

5 Toepasbaarheid van de innovatie 21
5.1 Inleiding 21
5.2 Aanpak 21
5.3 Resultaten 21
5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid 21
5.3.2 Omvang financieringsstromen 23

6 Groeipotentieel 25
6.1 Inleiding 25
6.2 Aanpak 25
6.3 Resultaten 25
6.3.1 Concurrentievermogen 25
6.3.2 Innovatievermogen 28

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel. 30

Bijlage II: Programma's 31

1 Inleiding

In de Miljoenennota 2020 heeft het kabinet een investeringsfonds aangekondigd dat als doel heeft het verdienvermogen van Nederland duurzaam te vergroten. Dit Nationaal Groeifonds vloeit voort uit de eind 2019 verschenen groeistrategie, waarin geconstateerd is dat er aanleiding is voor extra investeringen, van incidentele en niet-reguliere aard, om het verdienvermogen te versterken. Voor de periode 2021-2026 is in het Nationaal Groeifonds 20 miljard Euro beschikbaar.

In de Miljoenennota 2020 zijn drie terreinen geformuleerd die het meest kunnen bijdragen aan de productiviteitsgroei, en daarmee het verdienvermogen: (1) Kennisontwikkeling; (2) Research & development (R&D) en innovatie; en (3) Infrastructuur.

Voor R&D zijn nu 6 voorstellen geformuleerd die ter beoordeling voorliggen aan de onafhankelijke Beoordelingscommissie (vanaf nu: commissie). Er is een analysekader opgezet om de beoordeling structureren (uniform te doorlopen). De afdeling Strategic Analysis and Policy (SA&P) van TNO is door de commissie van het Nationaal Groeifonds gevraagd om ondersteunende informatie aan te leveren voor de beoordeling van de voorstellen. Specifiek gaat het daarbij om input die de commissie kan helpen bij het evalueren met enkele van de zogenaamde criteria van de strategische onderbouwing van het bbp-effect, die onderdeel vormen van het analysekader.

Dit rapport bevat de ondersteunende informatie voor het voorstel getiteld FoodSwitch. De methodologie die is toegepast om te komen tot deze informatie is weergegeven in een separaat methodologierapport.[1]

[1] Zie: TNO (2021). *Methodologierapport behorende bij het programma voor de ondersteuning van de evaluatie van de R&D voorstellen voor het Groeifonds*.

2 Bijdrage aan comparatieve voordelen van Nederland

2.1 Inleiding

In de context van het analysekader van de commissie worden de voorstellen getoetst op hun vermogen om bij te dragen aan bbp-groei. Het analysekader beschrijft dat als een evaluatie van de strategische onderbouwing van bbp-effect. Een criterium is de mate waarin Nederland comparatieve voordelen heeft ten opzichte van andere landen op het investeringsgebied van het voorstel. TNO probeert dit inzichtelijk te maken door te analyseren wat Nederland op het gebied van kennis en technologie 'al in huis heeft' op die respectievelijke investeringsgebieden.[2] Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van of Nederland comparatieve voordelen heeft op de gebieden waar de voorstellen aan refereren.

2.2 Aanpak

Voor elk van de voorstellen worden de kennis- en technologievelden waaraan het bijbehorende onderzoek refereert geïdentificeerd. De LSA database (zie Bijlage I) kan vervolgens inzicht geven in hoe goed Nederland is op de relevante kennisvelden en sleuteltechnologieën, gebaseerd op eerdere 'kennisoutput', met indicatoren als citatie-impactscore en onderzoeksspecialisatie-index. Dit geeft een indicatie van de comparatieve voordelen waarop in de context van een voorstel wordt gebouwd, en aan wordt bijgedragen.

De aanpak kent de volgende stappen:[3]

- Linken voorstel aan kennisvelden en sleuteltechnologieën en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse kennis- en technologiesterktes, en duiding van de resultaten.

[2] De LSA database (zie Kader 1) kan ook inzicht geven in concurrentievermogen, innovatievermogen en specialisatie van relevante bedrijfstakken, t.o.v. EU-15. Dit wordt al in stap II.2.b en II.2.d gedaan en zullen wij daarom hier niet nogmaals genoemd.

[3] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

Kader 1: Linken voorstellen.

Om de voorstellen te linken is het noodzakelijk om op basis van 'expert judgement' aan te geven:

- met welke kennisvelden (volgens CWTS indeling) het voorstel te linken is;
- met welke MMIP's / MJP's / NWA routes het voorstel een directe (kern) of indirecte (complementair) link heeft;
- en met welke sectoren/bedrijfstakken (op SBI-niveau) het voorstel te linken is.

Op die manier kunnen de verschillende bouwstenen (cijfers) uit de LSA database gelinkt worden aan een voorstel om de cijfers naar boven te halen.

Deze inschatting zal in eerste instantie gedaan worden door leden van het projectteam. Analyses gebaseerd op expert judgement zijn onderhevig aan individuele bias door de kennis waarover de experts beschikking hebben. Door de expert judgement te valideren met andere TNO-experts, kan zogenaamde 'intersubjectiviteit overeenkomst' worden gecreëerd. Deze validatieslag draagt bij aan de 'robuustheid' van de analyse.

2.3 Resultaat

Figuur 1 toont een vergelijking van de kennisvelden die belangrijk zijn voor het bouwen van een sterke positie in regeneratieve geneeskunde (regmed), en geeft een vergelijking van de Nederlandse publicaties in deze velden met 20 referentielanden.[4] Voor een selectie van de relevante kennisvelden, zie Kader 2.

De omvang van een bol geeft de omvang in aantal publicaties in dezelfde periode weer. Hoe groter de omvang van deze bol, hoe meer publicaties er zijn uitgegeven.

Op de horizontale as van Figuur 1 is de citatie-impactscore uitgezet.[5] De citatie-impact geeft weer hoe vaak er door wetenschappelijke publicaties naar Nederlandse publicaties wordt verwezen. Hoe vaker er wordt gerefereerd, hoe hoger de wetenschappelijke impact. De citatie-impactindex vergelijkt de citatie-impact van Nederland met 20 referentielanden. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de kwaliteit van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe verder de bol naar rechts staat, hoe hoger de wetenschappelijke impact van Nederland in dit kennisveld ten opzichte van de referentielanden. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse citatie-impactscore van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde citatie-impactscore van de kennisvelden in Nederland die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

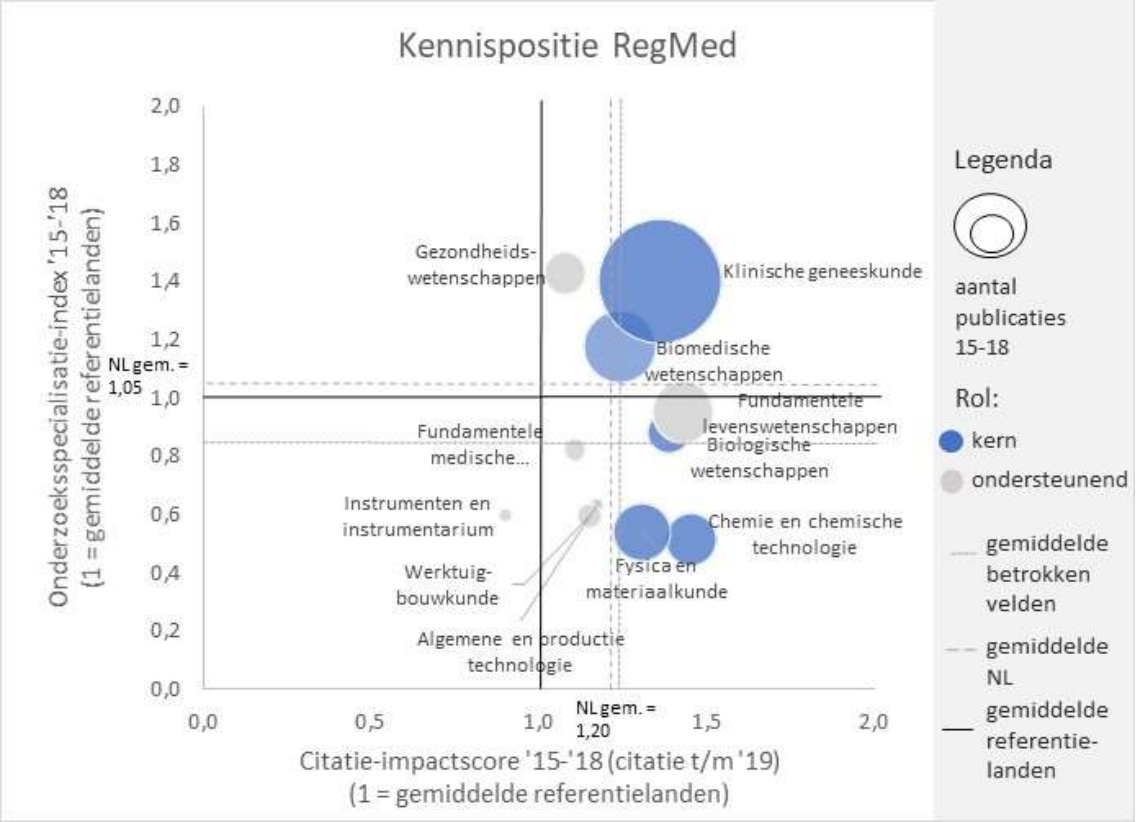
Op de verticale as van Figuur 1 is de onderzoekspecialisatie uitgezet.[6] De onderzoekspecialisatie geeft de verdeling van Nederlandse publicaties over kennisvelden weer. Hoe meer publicaties in een kennisveld, hoe hoger dit aandeel. De onderzoeksspecialisatie-index vergelijkt deze onderzoeksspecialisatie met de onderzoeksspecialisatie van de referentielanden. Deze normalisering is nodig, omdat het belang van publiceren per kennisveld verschilt. De positie (projectie) van

[4] Australië, België, Canada, China, Denemarken, Duitsland, Finland, Frankrijk, Ierland, Italië, Japan, Noorwegen, Oostenrijk, Singapore, Spanje, Verenigd Koninkrijk, Verenigde Staten, Zweden, Zuid-Korea en Zwitserland

[5] Cijfers over de periode 2015-2018.

[6] Cijfers over de periode 2015-2018.

een bol op de verticale as zegt iets over de omvang van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. Hoe hoger de bol staat op de verticale as, hoe groter het relatieve aandeel van de Nederlandse wetenschap in dit kennisveld. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde Nederlandse onderzoekspecialisatie van alle kennisvelden in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde onderzoekspecialisatie van de sectoren in Nederland die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 1 Kennispositie RegMed XB .

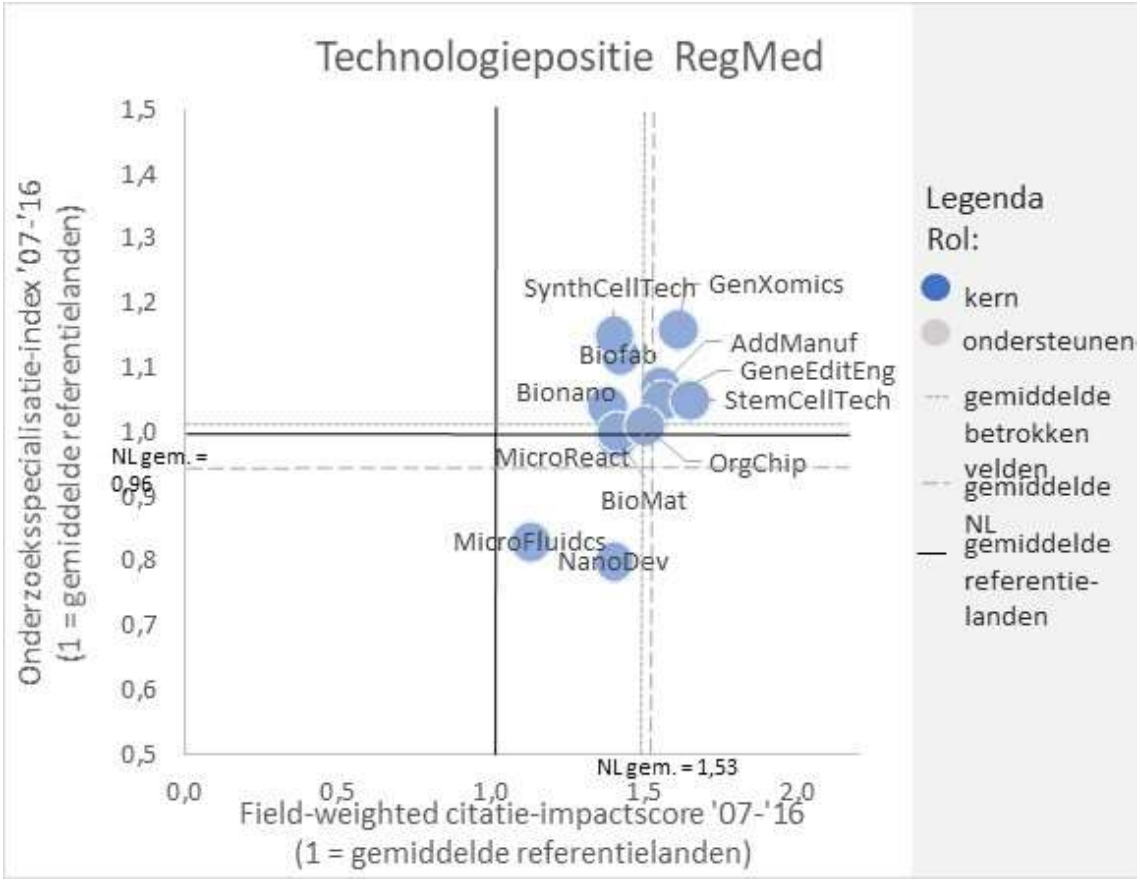
Bron: CWTS citatie index-systeem, gebaseerd op ruwe data Web of Science, bewerking Rathenau Instituut (figuur gemaakt door TNO), 2020.

In het selectieproces (zie Kader 2) zijn 5 kennisvelden met een kern-rol geïdentificeerd, en 6 met een ondersteunende rol. In totaal zijn er 36 kennisvelden.[7]

Met een relatief hoge citatie-impactscore op Biologische wetenschappen, Klinische geneeskunde en Biomedische wetenschappen heeft de Nederlandse wetenschap een goede kennispositie om kennis over het lichaam te vertalen naar regeneratieve geneeskunde. Doorbraken in de Fysica en materiaalkunde en Chemie zullen waarschijnlijk in niches zitten, omdat de Nederlandse onderzoeksactiviteit hier relatief beperkt is, maar Nederlandse publicaties wel relatief vaak worden geciteerd. De kennis over het opzetten van assemblagelijnen kan minder goed bouwen op wetenschappelijke excellentie in termen van citatie-impact en onderzoeksspecialisatie.

[7] Op basis van de classificatie van CWTS.

Figuur 2 toont een vergelijking van belangrijke sleuteltechnologieën op basis van Nederlandse publicaties in vergelijking met de EU-28 landen. De betekenis van de omvang van de bollen, en de positie (projectie) op de assen is gelijk aan die van Figuur 1.



Figuur 2 Technologiepositie sleuteltechnologieën regeneratieve geneeskunde (regmed).

Bron: Elsevier (2018) Kwantitatieve analyse van onderzoek en innovatie in sleuteltechnologieën in Nederland.

In het selectieproces (zie Kader 2) is het lastig om een onderscheid te maken tussen kern en ondersteunde sleuteltechnologieën. In de pilotlijnen worden 12 sleuteltechnologieën genoemd. In totaal zijn er 51 sleuteltechnologieën.[8]

Figuur 2 laat zien de sleuteltechnologieën die belangrijk zijn voor de pilotlijn NECSTGEN voor het inbrengen van genetisch materiaal (gentherapie) en/of stamceltherapie het best gepositioneerd is, omdat de wetenschap in stamceltechnologie en gene editing/GenomiXs zowel op onderzoeksspecialisatie-index als citatie-impactscore hoog presteren. Over het algemeen is er relatief veel onderzoeksactiviteit van Nederland in de life science sleuteltechnologieën. Alleen in microfluidica en nanodevices is Nederland minder actief. Dit zijn de sleuteltechnologieën die belangrijk zijn voor het productiecluster voor hydrogelen.

[8] Op basis van de classificatie van NWO en TNO

Kader 2: Scope kennisvelden.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de kennisvelden en sleuteltechnologieën die relevant zijn voor regeneratieve geneeskunde (regmed).

Selectie scope kennisvelden
Een kennisveld speelt een kern rol als in dit kennisveld onderzoek wordt gedaan wat zelfstandig tot doorbraken kan leiden in regmed. Andere kennisvelden hebben een complementaire rol, omdat kennis over dit domein samengebracht moet worden met kennis over regmed om te komen tot effectieve toepassingen in het domein.

Bij regeneratieve geneeskunde worden biomaterialen gebruikt om cellen en/of weefsel in het lichaam te brengen of dit materiaal buiten het lichaam te kweken. Het RegMed XB voorstel is een ecosysteemvoorstel dat zich zowel richt op het onderzoek in regeneratieve geneeskunde zelf als het maken van de pilotproductieinfrastructuur. Voor het onderzoek naar biomaterialen en stamcellen, weefsel en organen is goede kennis van het lichaam uit de Biomedische wetenschappen en de Biologie van belang, maar in de Fysica en materiaalkunde en Chemie ontstaan de doorbraken in het opkweken van nieuwe biomaterialen. Een klinische validatie vormt een belangrijk onderdeel van dit onderzoek, dus de Klinische geneeskunde worden ook als kern-kennisveld beschouw.

Inzichten uit de Gezondheidswetenschappen, Fundamentele levenswetenschappen en Fundamentele medische levenswetenschappen leveren een ondersteunende rol. Werktuigbouwkunde en Algemene en productietechnologie is daarnaast cruciaal om industriële assemblagelijnen op te zetten. Omdat het opzetten van pilotlijnen één van de pijlers is, worden deze twee kennisvelden ook meegenomen als kern-kennisveld.

Selectie scope sleuteltechnologieën
Per pilotlijn kunnen verschillende technologieën worden geïdentificeerd. In het productiecluster voor hydrogelen en bio-afbreekbare implantaten worden technologieën zoals biomaterialen en 3D printen genoemd. Er zijn veel life science sleuteltechnologieën die samenhangen met dit cluster. Hydrogelen worden hier onder andere gebruikt om in microfluïdische *systemen* te integreren en een systeem/orgaan-op-een-chip te vormen, in delivery devices (nanodevice technologie), of om weefselconstructies in bioreactoren te rijpen. Het Advanced Therapies Innovation Centre richt zicht meer op de biofabricage (in natuurlijke of synthetische omgeving) en genetic engineering technologieën. De derde pilotlijn de GMP-simulator en Cell Therapy Facility op productietechnologie en -processen. NECSTGEN op het inbrengen van genetisch materiaal (gentherapie) en/of stamceltherapie. Het iPSC & OoC hotel richt zich puur op organ-on-a-chip. In de industriële assemblagelijn spelen de engineering & fabrication technologieën de hoofdrol.

3 Bijdrage aan de versterking van bestaande ecosystemen

3.1 Inleiding

Een tweede strategisch criterium dat wordt getoetst is of het voorstel een in Nederland aanwezig ecosysteem versterkt. Op basis van de aanwezige informatie in de LSA database (zie Bijlage I) schetst TNO daartoe een beeld van de bestaande ecosystemen die de kennis zouden kunnen toepassen, en de actoren die daar momenteel onderdeel van uitmaken. Deze informatie kan dan door de commissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van het vermogen van de voorstellen om bestaande ecosystemen in Nederland te versterken.

3.2 Aanpak

De LSA kan inzicht geven in welke actoren in het NL innovatielandschap onderzoek (willen) doen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Deze actoren analyse, die een inzicht geven van het netwerk van actoren actief binnen een bepaalde programma, is met enige aanpassingen te linken aan de innovatie ecosystemen zoals gedefinieerd in het Dialogic rapport.[9]

De aanpak kent de volgende stappen:[10]

- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Linken Dialogic rapport met thematische KIC en check op actoren.
- Analyse actoren en innovatie ecosysteem, en duiding van de resultaten.

3.3 Resultaten

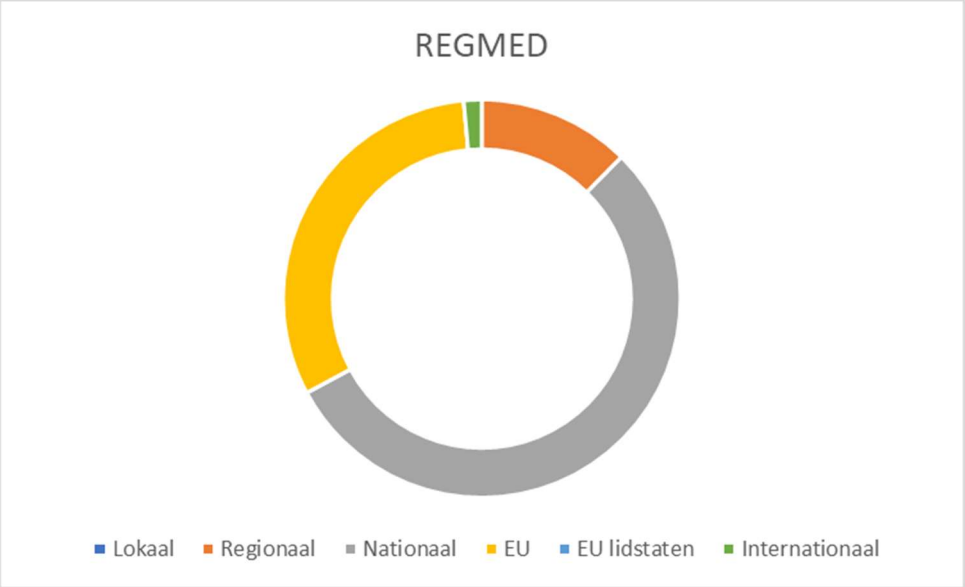
Om een beeld te vormen van het type onderzoek- en innovatie ecosysteem van groene waterstof wordt een analyse uitgevoerd naar het type initiatieven, en het type actoren binnen dit ecosysteem.

3.3.1 Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type initiatieven

Figuur 3 geeft een overzicht van de typen initiatieven die in het onderzoek en innovatielandschap van regeneratieve geneeskunde worden ondernomen (voor zowel kerntechnologieën als complementaire technologieën). Figuur 3 maakt daarbij onderscheid naar niveau: lokale, regionale, nationale, EU, EU lidstaten of internationale initiatieven.

[9] De 56 innovatie ecosystemen geïdentificeerd in het Dialogic rapport zijn goed te linken aan de thematische KIC. In de meeste gevallen wordt een breder innovatie ecosysteem in kaart gebracht binnen de LSA database dan in het Dialogic rapport waar het aantal actoren is gelimiteerd tot 15 illustratieve actoren.

[10] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.



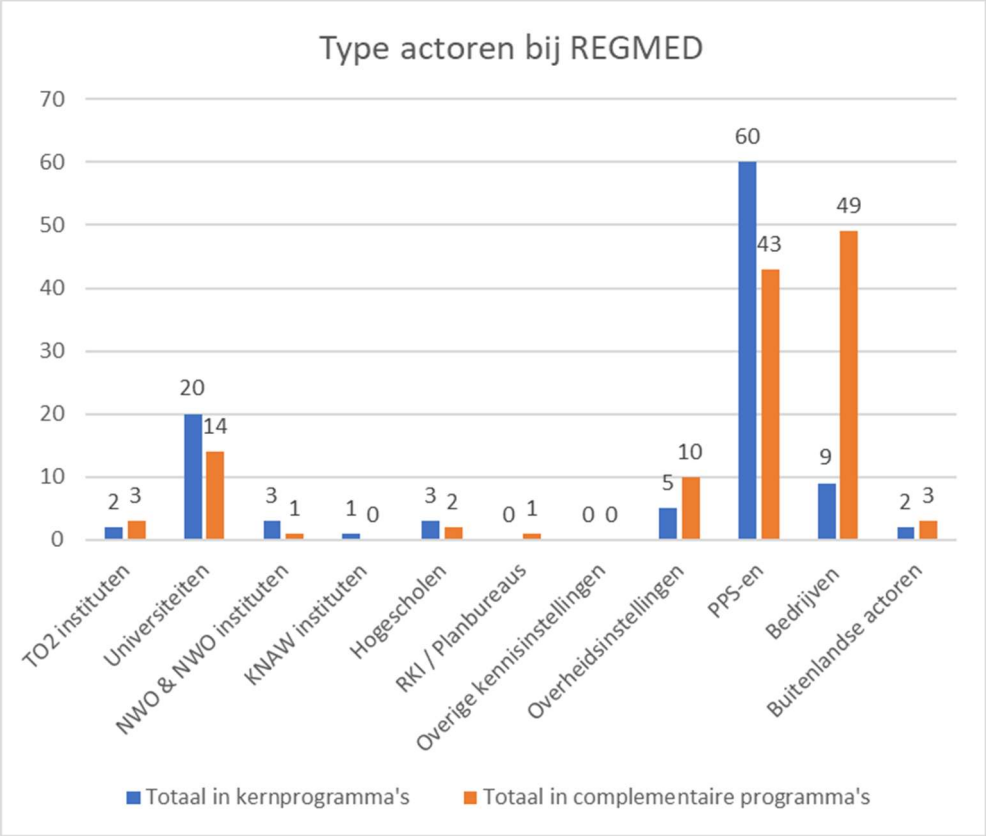
Figuur 3: Typen initiatieven betrokken in het onderzoek en innovatie ecosysteem van regeneratieve geneeskunde (regmed) naar niveau.[11]

Figuur 3 laat zien dat het onderzoek en innovatie ecosysteem van regeneratieve geneeskunde kan worden gedefinieerd als een innovatie ecosysteem met een nationale focus (ruim 60% van de initiatieven). Ook relatief veel EU initiatieven worden ondernomen. De grootste potentie om met dit innovatie ecosysteem impact te genereren ligt dus binnen Nederland en in de EU, en dan met name waar nationale initiatieven worden gekoppeld aan Europese initiatieven.

3.3.2 *Kenmerken van het onderzoek en innovatie ecosysteem in NL: type actoren*

Figuur 4 geeft een overzicht van de typen actoren in het onderzoek en innovatielandschap die werken aan de toepasbaarheid van regeneratieve geneeskunde technologieën. Figuur 4 laat daarbij zowel de actoren zien die actief zijn binnen de ‘kern’ van regeneratieve geneeskunde technologieën, alsmede de actoren die actief zijn binnen de ‘complementaire’ regeneratieve geneeskunde technologieën.

[11] Deze gegevens bouwen op een analyse van de initiatieven die gekoppeld kunnen worden aan het thematische beleid. Initiatieven omvatten infrastructuren, campussen, PPS’en, etc. Zie het methodologierapport voor een nadere toelichting van deze indicator.



Figuur 4: Type actoren betrokken in het onderzoek en innovatie ecosysteem van regeneratieve geneeskunde (regmed).

Figuur 4 laat zien dat het onderzoek en innovatie ecosysteem van regeneratieve geneeskunde kan worden gedefinieerd als een kennis onderzoek & innovatie ecosysteem: met name in de kern programma's is een oververtegenwoordiging van kennisinstituten (universiteiten, hogescholen, NWO, TO2, en overheidsinstellingen) ten opzicht van bedrijven. Een kennisecosysteem kenmerkt zich door structuren waarin kennisontwikkeling via gezamenlijk onderzoek en samenwerking plaatsvindt. De nadruk wordt hierbij gelegd op (wetenschappelijk) onderzoek en minder op innovatie voor de markt.[12]

Figuur 4 laat zien dat ontwikkelingen binnen regeneratieve geneeskunde vooral worden gedragen door actoren actief in publiek-private samenwerkingen (PPS'en). Daarnaast laat Figuur 5 zien dat vooral onderzoeksinstellingen, zoals universiteiten hogescholen, NWO & NWO instituten, en TO2 instituten betrokken zijn in de ontwikkelingen van regeneratieve geneeskunde, en slechts 9 bedrijven. Dit laat zien dat regeneratieve geneeskunde zich met name richt op wetenschappelijke ontwikkelingen, en dan vooral via PPS-verbanden toewerkt naar de toepasbaarheid van innovaties in de markt.

Complementaire programma's die bijdragen aan de ontwikkelingen van regeneratieve geneeskunde laten een heel ander beeld zien. Daar spelen PPS'en en bedrijven een hoofdrol, terwijl onderzoeksinstellingen veel minder vertegenwoordigd zijn. Hierbij kan gelden dat er een brug moet worden geslagen

[12] Voor meer details, zie Dialogic (2020) rapport over onderzoek en innovatie ecosystemen.

tussen de onderzoek focus binnen kerntechnologieën van regeneratieve geneeskunde, en de markt focus onder complementaire technologieën van regeneratieve geneeskunde.

Tabel 1 geeft een overzicht van de verdeling van de type actoren in het onderzoek en innovatie ecosysteem rondom regeneratieve geneeskunde. Tabel 1 is een berekening van het percentage van ieder type actoren in relatie tot het totaal aantal actoren dat binnen dit ecosysteem actief is.

Tabel 1 Verdeling actoren onderzoek en innovatie ecosysteem regeneratieve geneeskunde (regmed).

Type actoren	Totaal in kern programma's	Totaal in complementaire programma's
TO2 instituten	4%	4%
Universiteiten	44%	17%
NWO & NWO instituten	7%	1%
KNAW instituten	2%	0%
Hogescholen	7%	2%
RKI / Planbureaus	0%	1%
Overige kennisinstellingen	0%	0%
Overheidsinstellingen	11%	12%
Bedrijven	20%	59%

Tabel 1 laat zien dat in de kerntechnologieën van regeneratieve geneeskunde (regmed) voornamelijk onderzoeksinstellingen (44% universiteiten, 7% hogescholen, 7% NWO, 4% TO2 instituten) alsmede bedrijven (20%) actief zijn, met een geringere rol voor de andere typen actoren. De verdeling tussen de type actoren is iets gevarieerder bij de complementaire technologieën van regeneratieve geneeskunde, waarbij bedrijven (59%), overheidsinstellingen (12%) en universiteiten (17%) de voornaamste rollen innemen.

Tabel 2 is een verdere verdieping en specificatie van Tabel 1. Tabel 2 geeft voor de kerntechnologieën van regeneratieve geneeskunde aan welke dominante actoren een rol spelen in dit onderzoek en innovatie ecosysteem. Tabel 2 is berekend door een optelsom te maken van de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie - 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de 5 programma's die behoren tot de kerntechnologieën van regeneratieve geneeskunde (zie scope in Kader 3).

Tabel 2 Dominante actoren kern.[13]

Actor	**Mate van betrokkenheid kern**
NWO	12
Topsector Chemie	9
Topsector HTSM	9
IMDI	8
TU Eindhoven	7
Topsector LSH	7
hDMT	7
RegMed XB	7
TO2 institutions	6
UMCs	6
LUMC, Leids Universitair Medisch Centrum te Leiden	5

[13] Voor een nadere toelichting op deze tabel en de berekening erachter, zie het methodologierapport.

Actor	Mate van betrokkenheid kern
Rijksuniversiteit Groningen	5
DCVA	5
Topsector Agri&Food	5
Topsector Creatieve Industrie	5
Topsector T&U	5
Oncode	5
TNO	4
TU Delft	4
Universiteit Twente	4
UMC Utrecht, Universitair Medisch Centrum Utrecht te Utrecht	4
Maastricht University	4
Radboud Universiteit	4
Universiteit Leiden	4
Universiteit Utrecht	4
Universiteit van Amsterdam	4
Vrije Universiteit Amsterdam	4
AMOLF: Physics of functional complex matter	4
Building a Synthetic Cell	4
Materials Driven Regeneration	4
NL Organ on a Chip Initiative	4
Royal DSM	4
Ministerie van SZW	3
Ministerie van VWS	3
Hollandbio	3
Programmaraad Building Blocks of Life	3
Topsector ICT (Dutch Digital Delta)	3
Topsector Logistiek	3
EBS-CC	3
FMI-PPP	3
Hii~Holland	3
IMPROVE	3
Mental Health	3
NADP	3
NCOH	3
NeoKidney	3
NeuroTech-NL	3
NILG	3
P4O2	3
PATH	3
Perioperatieve zorg	3
Proefdiervrije innovaties	3
TopFit	3
Transitieteams GROZ	3
European Lead Factory (ELF)	3

Tabel 3 is een verdere verdieping en specificatie van Tabel 1.
Tabel 3 geeft voor de complementaire technologieën van regeneratieve geneeskunde aan welke dominante actoren een rol spelen in dit onderzoek en innovatie ecosysteem. De waarden in Tabel 3 zijn berekend door een optelsom te maken van de mate van betrokkenheid van een actor (lopend van 0 geen relatie - 3 expliciete en vooraanstaande relatie) op te tellen voor de 5 programma's die behoren tot de complementaire technologieën van regeneratieve geneeskunde (zie scope in Kader 3).

Tabel 3 Dominante actoren complementair[14]

Actor	Mate van betrokkenheid complementair
TNO	16
NWO	15
Topsector HTSM	12

[14] Voor een nadere toelichting op deze tabel en de berekening erachter, zie het methodologierapport.

Actor	Mate van betrokkenheid complementair
TO2 institutions	9
Wageningen Research	6
TU Eindhoven	6
Universiteit Twente	6
Wageningen Universiteit	6
Maastricht University	6
Radboud Universiteit	6
Topsector Agri&Food	6
Topsector Chemie	6
COAST	6
Royal DSM	6
NLR	5
Ministerie van SZW	5
Ministerie van VWS	5
Topsector ICT (Dutch Digital Delta)	5
Topsector LSH	5
TU Delft	4
Universiteit Leiden	4
Topsector T&U	4
M2i	4
Océ-technologies	4
Royal Philips	4
Tata Steel	4
Sabic	4
Shell	4

Kader 3: Scope thematische programma's.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van de programma's die betrokken zijn bij regeneratieve geneeskunde (regmed). Op basis van het voorstel hebben de TNO experts door middel van expert judgement de scope van de geselecteerde programma's in de database bepaald. Er is onderscheid gemaakt tussen twee verschillende type programma's: kernprogramma's en complementaire programma's. Kernprogramma's zijn programma's die belangrijk zijn om regeneratieve geneeskunde verder te ontwikkelen. De complementaire programma's zijn programma's die rand-voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken.

Tot de kern programma's van regeneratieve geneeskunde behoren de programma's gericht op regeneratieve geneeskunde, biomaterialen en medische technologieën, bestaande uit: MJP 02. Building Blocks of Life – Begrip en benutting van cellulaire systemen, MJP 16. MedTech. MJP 17. Biomedical Engineering for Health, MJP. 73. Soft Advanced Materials, MJP 86. Bridge – Life Science Technologies, NWA Regeneratieve Geneeskunde: game changer op weg naar brede toepassing, NWA Gezondheidszorgonderzoek, preventie en behandeling, NWA Materialen – Made in Holland en het MMIP III Mensen met chronische ziekten doen meer mee.

Geselecteerde complementaire programma's die rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's van regeneratieve geneeskunde mogelijk te maken zijn gericht op, onder andere, gepersonaliseerde medicijnen, materialen, productietechnologie, en meet- en detectie technologie en omvatten: MJP 13. Smart personalized food and medicine, MJP 14. Maatschappelijk gewenste en veilige bio-technologische toepassingen, door middel van Safe-by-Design, MJP 32. Materials innovations (Brightlands MC), MJP 34. Smart Industry, MJP 71. Meet- en detectietechnologie, MJP 72. Evidence Based Sensing, MJP 82. Materiaaltechnologie, NWA Personalised medicine: uitgaan van het individu, NWA Smart Industry, MMIP Centrale missie: langer gezond

4 Bijdrage aan productiviteitsontwikkeling

4.1 Inleiding

Een volgende stap in het analysekader is een toets op de potentiële impact van de onderzoeksresultaten op de productiviteit. TNO maakt geen directe inschatting van deze potentiële bijdrage van het onderzoeksvoorstel - het is niet mogelijk om dat objectief te doen. TNO beschrijft productiviteitsontwikkelingen in die sectoren waarin de kennis die voortkomt uit de voorstellen zou kunnen worden toegepast. De aanname is dat toepassing in sectoren die een sterke ontwikkeling in hun productiviteit kennen leidt tot additionele groei van de productiviteit van de Nederlandse economie.[15] Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de productiviteitsbijdrage van de individuele voorstellen.

4.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan sectoren waar die kennis kan worden toegepast, kan met behulp van informatie in de LSA-database (zie Bijlage I) inzichtelijk worden gemaakt hoe de productiviteit, als proxy voor verdienvermogen, zich in de afgelopen jaren hebben ontwikkeld in die sectoren in Nederland. TNO beschrijft dit verdienvermogen aan de hand van drie indicatoren: groei arbeidsproductiviteit, groei toegevoegde waarde, en omvang toegevoegde waarde.[16]

De aanpak kent de volgende stappen:[17]
- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau), en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse en duiding van de resultaten.

4.3 Resultaten

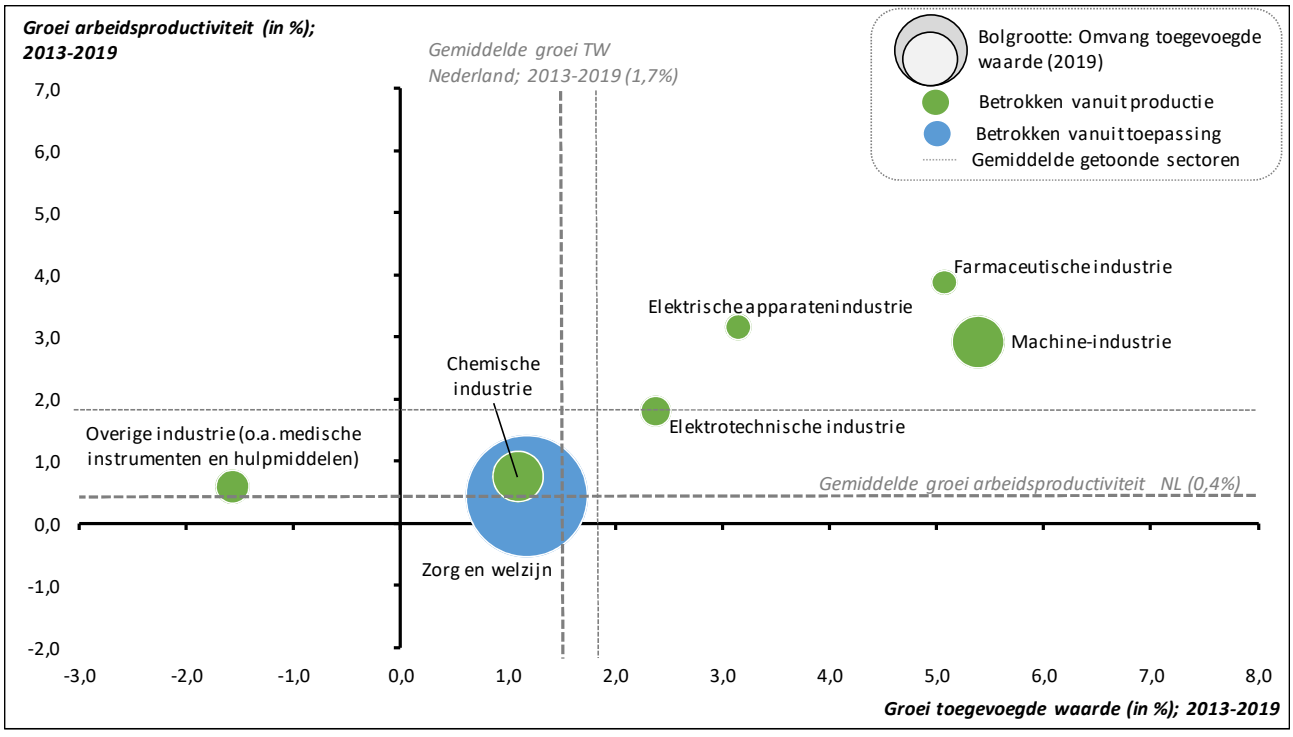
Figuur 5 toont voor sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van regeneratieve geneeskunde de arbeidsproductiviteitsgroei en groei van toegevoegde waarde.[18] De grootte van de bollen duidt de omvang van de toegevoegde waarde (bbp-bijdrage).[19] Dit zegt iets over de relevantie van de sector voor de totale Nederlandse economie. Hoe groter deze bol, hoe omvangrijker het aandeel in de economie (de bbp-bijdrage).

Op de horizontale as van Figuur 5 is de groei van toegevoegde waarde (gemiddelde jaarlijkse groei in procenten over de periode 2013 - 2019)

[15] Zie bijvoorbeeld: EZK (2020). *Visie op de toekomst van de industrie in Nederland (2020)*. www.rijksoverheid.nl.
[16] Een vergelijking met de EU15 op enkele van deze indicatoren komt in hoofdstuk 6 aan bod, in de beschrijving van het concurrentievermogen van Nederland. Voor een vergelijking van de arbeidsproductiviteitsontwikkeling van Nederland in internationaal perspectief, verwijzen we naar het TNO-rapport “Groeisectoren in Nederland in internationaal perspectief (TNO-rapport 2020 R11529, zie ook: www.rijksoverheid.nl (hyperlink)).
[17] Deze stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.
[18] Cijfers over de periode 2013-2019.
[19] Cijfers voor 2019.

weergegeven. De positie (projectie) van een bol op de horizontale as zegt iets over de ontwikkeling van deze sector en de relevantie: hoe verder naar rechts, hoe belangrijker deze sector is geworden voor de Nederlandse economie in de afgelopen jaren. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de toegevoegde waarde van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 5 is de groei van de arbeidsproductiviteit (gemiddelde jaarlijkse groei in procenten over de periode 2013 - 2019) uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over de ontwikkeling van de waarde die gemiddeld wordt gecreëerd per gewerkt uur, en daarmee over de ontwikkeling van het concurrentievermogen in een internationaal perspectief. Hoe verder naar boven op de as, hoe productiever en hoe concurrerender de bijbehorende sector is geworden in de afgelopen jaren. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de arbeidsproductiviteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde groei van de sectoren die 'gelinkt' zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.



Figuur 5: Verdienvermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie en toepassing van regeneratieve geneeskunde. Bron: CBS (bewerking TNO)

In het voorstel voor de pilotfabriek RegMed XB wordt de ambitie uitgesproken om Nederland voorop te laten lopen in de benodigde productie-infrastructuur voor regeneratieve geneeskunde: hoogtechnologische medische machines, apparaten en hulpmiddelen, alsmede biomaterialen en faciliteiten voor weefselmanipulatie. Uiteindelijk hoopt men vanuit Nederland de mondiale markt te bedienen. Hieraan gerelateerd zijn zeven van de ongeveer 40 bedrijfstakken (SBI-afbakening) die in analysedatabase de gehele economie vertegenwoordigen, geselecteerd: 6

(toeleverende) industriële productiesectoren en Zorg en welzijn als toepassingssector[20] (voor een overzicht van (het proces van) de selectie, zie Kader 4). Tezamen brachten alle economische activiteiten binnen deze zeven relevante sectoren voor de RegMed XB pilotfabriek in 2019 bijna 15 procent van het bbp voort. De sector Zorg en welzijn heeft hierin veruit het grootse aandeel – zij is goed voor 9,2 procent van het bbp.

De zeven voor ReMed XB geselecteerde sectoren hebben in de periode 2013-2019 allen een sterkere arbeidsproductiviteitsgroei doorgemaakt dan het gemiddelde van de Nederlandse economie. Met name in de farmaceutische industrie, machine-industrie, Elektrische apparatenindustrie en Elektrotechnische industrie vertaalde zich dit ook in een bovengemiddelde jaarlijkse groei van toegevoegde waarde. Alleen in de 'Overige industrie'[21] was er sprake van een gemiddelde daling van economische omvang. De gunstige economische ontwikkelingen in de hier opgenomen hightech industrietakken, waarbinnen een aantoonbare trackrecord is op het gebied van de productie van medische apparatuur en precisie-instrumenten, vormen in theorie een solide uitgangspositie voor gerichte investeringen en innovatieprojecten m.b.t. regeneratieve geneeskunde.

In hoeverre Nederland op dit terrein een koploperpositie op de mondiale markt kan ontwikkelen, is op basis van de hier gepresenteerde analyse niet te zeggen. Uiteindelijk zal dit afhangen van de bereidheid tot investeren en marktkansen die gevestigde partijen en start-ups zelf zien. Los van de (toekomstige) bbp-bijdrage levert regeneratieve geneeskunde maatschappelijke waarde met de transitie van *zorg* naar *genezing*. Mede in de context van de verwachte demografische ontwikkelingen, met een stijgende levensverwachting en steeds groter aandeel ouderen in de Nederlandse bevolking, is de reductie van het aantal chronisch zieken een belangrijke ontwikkeling.

[20] Hieronder vallen ook Universitair Medische Centra, die naast zorgverlening en verpleging ook een belangrijke rol in de kennisontwikkeling rond regeneratieve geneeskunde spelen. Zie Kader 4 voor een nadere toelichting.

[21] Naast de productie van medische hulpmiddelen valt hieronder andere ook de productie van meubels, sieraden, spellen en muziekinstrumenten.

Kader 4: Scope sectoren.

Dit kader beschrijft (het proces van) de selectie van: i) de sectoren die een rol spelen bij de 'productie' van technologie en kennis t.b.v. regeneratieve geneeskunde; en ii) toepassing van regeneratieve geneeskunde in de zorgsector. De selectie van toeleverende productiesectoren is gebaseerd op analyse van het groeifondsvoorstel en achtergrondinformatie die hierin is benoemd. De selectie is gevalideerd middels *expert judgement* door TNO experts.

Bij de selectie is een 'conservatie afbakeningsstrategie' gehanteerd. In geval van twijfel over de importantie van een toeleverende sector, bijvoorbeeld omdat e.e.a. meer het domein van het andere Groeifondsvoorstel vanuit het Life Science & Health ecosysteem (het Health-RI voorstel) is, is de sector niet opgenomen in onze analysefiguren van dit rapport. Zo wordt in het voorstel voor de Pilotfabriek voor regeneratieve geneeskunde genoemd dat ontwikkelingen gebaat zijn bij de relatie met Health-RI. Denk hierbij in het bijzonder aan de data- en informatiebehoefte voor datagedreven, gepersonaliseerde zorg, organ-on-a-chip en lab-on-chip. Health-RI moet hierbij zorgdragen voor toegang tot data en data-infrastructuur voor innovatie. De sector Informatietechnologie en informatiediensten is in deze context relevant, maar raakt primair aan het Health-RI voorstel. Om die reden beschouwen we deze sector niet in de rapportage over regeneratieve geneeskunde.

Één van de pijlers van het voorstel voor Regeneratieve geneeskunde is de ontwikkeling van een ontwikkel- en productie-infrastructuur waarin productietechnologie voor regeneratieve geneeskunde wordt ontwikkeld en gefabriceerd. In dit verband spreekt het voorstel van het laten ontstaan van "een nieuwe maakindustrie in Nederland." Het gaat dan om productie-infrastructuur, machines en apparaten ten behoeve van gentherapie, celtherapie en weefsel-manipulatie (waaronder het kweken van organen). In veel gevallen zullen hiervoor biomaterialen worden gebruikt als structuur. Voor zaken als biopolymeren en bioreactoren is de Chemische industrie dan van belang. Voor de benodigde sensoriek en *imaging* technologie alsmede voor de productie van (hoogtechnologische) medische machines, apparaten en hulpmiddelen zijn de volgende sectoren relevant: Elektrotechnische industrie, Elektrische apparaten industrie, Machine-industrie en 'Overige industrie' (waar de productie van medische hulpmiddelen onder valt). Aangezien bio-farmaceutisch onderzoek ook van belang is voor de ontwikkeling van regeneratieve geneeskunde, wordt ook de Farmaceutische industrie beschouwd als relevante sector. Deze zes dikgedrukte sectoren worden in de analyse als 'productiesector' beschouwd en hebben daarom een groene kleur in de bollenfiguren van hoofdstuk 4 en 6.

Zorg en welzijn is de primaire toepassingssector van regeneratieve geneeskunde. Deze sector heeft een blauwe kleur in de bollenfiguren van hoofdstuk 4 en hoofdstuk 6. Het gaat dan om toepassing van regeneratieve geneeskunde in zorgverlening en verpleging. Hier zal de transitie van *zorg* naar *genezing*, samen met de patiënten, in de praktijk gerealiseerd worden. De sector Zorg en welzijn is in de Standaard Bedrijfs Indeling (de SBI-classificatie) breed gedefinieerd van ziekenhuiszorg, verpleeghuiszorg, tandartsen, verloskundigen, paramedische zorg (fysiotherapiepraktijken, ambulancediensten, arbodiensten, psychologiepraktijken en medische laboratoria), gehandicaptenzorg tot maatschappelijk werk en -dienstverlening. Het onderzoek binnen Universitair Medische Centra (UMCs) vallen hier ook onder. UMCs spelen uiteraard ook een belangrijke rol in de ontwikkeling van kennis op het gebied van regeneratieve geneeskunde. Vanwege de andere onderdelen binnen de sector Zorg en Welzijn, is deze sector in de economische analyses toch primair als toepassingssector beschouwd.

In de figuren over betrokkenheid van sectoren beperken we ons tot commerciële sectoren. Zowel in de ontwikkeling als toepassing van regeneratieve geneeskunde spelen Researchinstellingen (waaronder kennisinstellingen gericht op biotechnologisch en natuurwetenschappelijk onderzoek), Overheid en (hoger) Onderwijs tevens een belangrijke rol. Deze hoofdzakelijk publieke dienstensectoren zijn echter instrumenteel voor alle inhoudelijke onderwerpen van de groeifondsvoorstellen die wij nu analyseren. De kennissterktes van researchinstellingen en universiteiten komen elders in ons rapport aan bod. Bovendien nemen de sectoren Research, Overheid en Onderwijs niet of nauwelijks deel aan het internationale handelsverkeer, waardoor de analyse van hun concurrentievermogen (zie hoofdstuk 6) minder relevant is.

5 Toepasbaarheid van de innovatie

5.1 Inleiding

Een volgende stap in de evaluatie is een toets op de toepasbaarheid van de onderzoeksresultaten van de respectievelijke voorstellen. Ook hier toetst TNO niet direct: onze analyse schetst een beeld van de sectoren die de kennis zouden kunnen toepassen, en geeft een indicatie van markten waar de kennis kan worden toegepast. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

5.2 Aanpak

Door het onderzoek zoals beschreven in de voorstellen te linken aan de onderzoeksdoelen van de MMIP's / MJP's / NWA-routes,[22] kan met behulp van de LSA (zie Bijlage I) het volgende inzichtelijk worden gemaakt:

a) Voor welke maatschappelijke uitdagingen (MMIP's) / sleuteltechnologieën (MJP's) / onderzoeksvelden (NWA-routes) de resulterende kennis van het onderzoeksdoel relevant is.
b) Wat de omvang is van de huidige voorgenomen publieke en private financieringsstromen op het onderzoeksdoel van het voorstel. Dit geeft een indicatie van het belang dat (private) partijen hechten aan het onderzoek.

De aanpak kent de volgende stappen:[23]

- Linken voorstel aan MMIP's / MJP's / NWA-routes, en validatie daarvan, op basis van 'expert judgement' (voor meer uitleg, zie Kader 1. Deze selectie is gelijk aan die zoals beschreven in
- .
- Uitvoeren analyse van: a) thematische samenhang, en b) financieringsstromen; en duiding van de resultaten.

5.3 Resultaten

5.3.1 Bijdrage aan thematisch beleid

Tabel 4 laat op verschillende manieren zien welke bijdrage regeneratieve geneeskunde technologieën zou kunnen leveren ten aanzien van de doelstellingen die zijn geformuleerd het thematische beleid (oftewel: de thematische KIA's (of: de missies / MMIP's), de NWA routes en de ST MJP's).

De tabel presenteert deze bijdragen langs twee hoofdlijnen: i) de bijdragen die de regeneratieve geneeskunde kerntechnologieën kunnen doen binnen het thematische beleid (kern rijen), en ii) de bijdrage die de complementaire regeneratieve geneeskunde technologieën kunnen doen binnen het thematische beleid (complementaire rijen, zie Kader 3).

[22] De MMIP's / MJP's / NWA-routes zijn de belangrijkste thematische programma's van het onderzoeks- en innovatiebeleid in Nederland. Zie ook Bijlage I voor een nadere uitleg.
[23] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

Daarnaast wordt in Tabel 4 een onderscheid gemaakt tussen bestaande relaties tussen regeneratieve geneeskunde technologieën en het thematische KIC (groen), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's dat nu al wordt benut, en potentiële relaties tussen regeneratieve geneeskunde technologieën en het thematische KIC (blauw), oftewel het percentage van de mogelijke relaties tussen de thema's en de programma's die in potentie kunnen worden benut.

Een percentage van bijvoorbeeld 78% (blauw) betekent dus dat de kern programma's van regeneratieve geneeskundetechnologie de potentie hebben om bij te dragen aan 78% van alle programma's (MMIP's) binnen het thema Gezondheid en zorg. Tegelijkertijd betekent dit ook dat er verwacht wordt dat met 22% van deze programma's binnen het thema veiligheid geen link gelegd kan worden tussen de betrokken programma's bij regeneratieve geneeskundetechnologie en de programma's binnen het thema Gezondheid en zorg.

Tabel 4. Bijdrage van regeneratieve geneeskunde (regmed) programma's aan de KIA's, NWA routes en MJP sleuteltechnologie programma's

Bijdrage thema REGMED aan KIA's, NWA routes en MJP's in %		**Thema Energie en duurzaamheid**	**Thema landbouw, water, voedsel**	**Thema gezondheid en zorg**	**Thema veiligheid**	**MJP Sleutel-technologieën**	**NWA**
Kern	**Bestaande relatie**	13%	7%	64%	0%	17%	21%
	Potentie	16%	16%	78%	7%	31%	41%
Complementair	**Bestaande relatie**	30%	8%	26%	4%	23%	31%
	Potentie	39%	21%	56%	25%	44%	60%

Tabel 4 laat zien dat kerntechnologieën en -programma's op het gebied van regeneratieve geneeskunde zoals te verwachten een heel sterke relatie hebben met het thema Gezondheid en zorg. Dat geldt zowel voor de bestaande (64%) als de potentiële relaties (78%). Voor alle overige thema's geldt dat minder tot veel minder – zowel qua actuele als potentiële bijdragen. In een aantal NWA routes en MJP technologieën speelt gezondheid en zorg een rol. Ook zien we daar een tamelijk groot verschil tussen huidige en mogelijke bijdragen, wat duidt op veel momenteel nog onbenutte kansen voor regeneratieve geneeskunde. De bijdragen aan de thema's Energie en duurzaamheid, Landbouw, water en voedsel (LWV) zijn lager, maar niet te verwaarlozen, hetgeen te maken heeft met het feit dat en aantal technologieën relevant voor REGMED XB (zoals materialen en personalised food and medicine) ook van belang zijn voor de thema's Energie en LWV. Aan Veiligheid zijn de bijdragen het laagst, zowel actueel als potentieel.

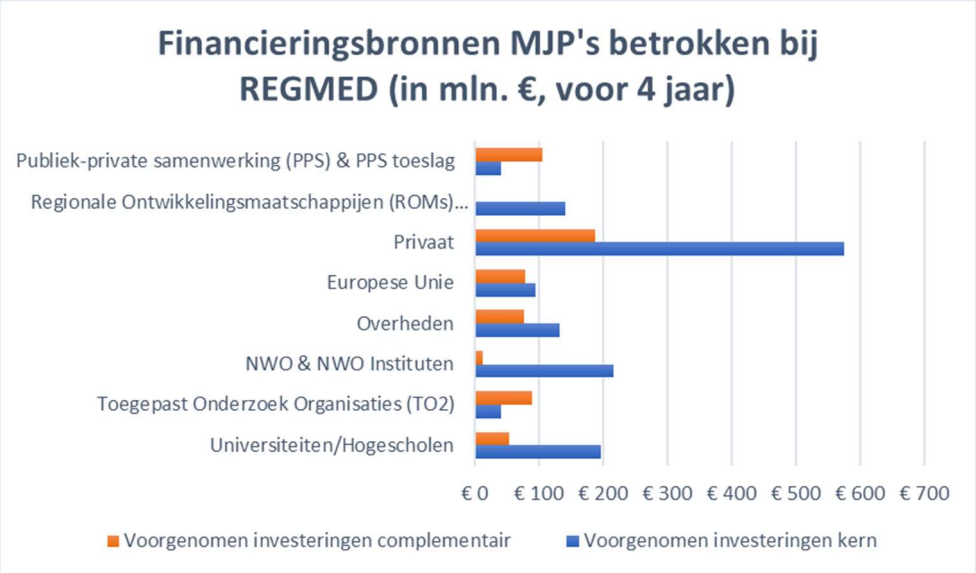
Wat betreft complementaire technologieën laat Tabel 4 zien dat deze over het algemeen een grotere bijdrage leveren aan het thematische KIC dan de kerntechnologieën. De uitzondering is het thema Gezondheid en zorg waar de kerntechnologieën juist de sterkste bijdrage leveren. Dat laat vooral zien de ontwikkeling van regeneratieve geneeskunde het vooral moet hebben van kerntechnologieën in de biomedische hoek, (zachte) materialen (bijvoorbeeld biopolymeren) en de benutting van cellulaire systemen. Minder bouwt het daarmee

op technologieën die complementair zijn voor een pilot fabriek zoals smart industry en meten en detecteren (voor het monitoren en leren in de pilot). Met de NWA en de MJP's sleuteltechnologieën en programma's zijn opnieuw sterke relaties. Tenslotte valt op dat er potentieel een relevante bijdrage van REGMED XB gerelateerde programma's aan het thema Veiligheid te zien is. Deze komt onder andere op het conto van het ST pogramma Maatschappelijk gewenste en veilige bio-technologische toepassingen, en in mindere mate door programma's die te maken hebben met meten en detecteren.

Samenvattend laat Tabel 4 dus de meeste potentie voor de toepassing van regeneratieve geneeskundetechnologie (kern en complementair) innovaties zien voor de missiethema's Gezondheid en Zorg, de NWA routes en de MJP's Sleuteltechnologieën.

5.3.2 *Omvang financieringsstromen*

Figuur 6 toont de belangrijkste partijen die voornemens zijn in regeneratieve geneeskundetechnologie te investeren, en de bijbehorende voorgenomen omvang van hun financiering van onderzoek. Deze informatie is gebaseerd op een analyse van de informatie zoals opgenomen in de MJP's die refereren aan regeneratieve geneeskundetechnologie (zie Kader 1).[24] Op de verticale as zijn de verschillende financieringsbronnen beschreven. De horizontale as geeft de bereidheid om te investeren in dit onderwerp weer, in miljoenen euro's per 4 jaar.



Figuur 6 Financieringsbronnen MJP's betrokken bij regeneratieve geneeskunde (regmed) [mln. Euro's / 4 jaar].

Figuur 6 laat zien dat voor de kernprogramma's de voorgenomen investeringen vanuit de MJP's in veel gevallen (aanzienlijk) hoger zijn dan voor de complementaire technologieën. De totale voorgenomen investeringen in

[24] Opgemerkt dient te worden dat Figuur 5 alleen de financieringsbronnen voor de sleuteltechnologieën weergeeft op basis van de informatie die is opgenomen in de MJP's. Voor het overige thematische onderzoek is geen informatie beschikbaar op een niveau van aggregatie die bruikbaar is voor deze analyse.

kerntechnologieën en programma's bedragen ruim € 1400 miljoen tegenover ruim € 600 miljoen voor de complementaire programma's. Dit geldt met name voor private partijen, NWO instellingen en universiteiten en hogescholen. Dat laat zich verklaren doordat grote programma's rond medische technologie en het brede life sciences veld tot de kern gerekend worden. Private partijen (bijvoorbeeld uit de biotech hoek) spelen een hoofdrol met voorgenomen investeringen van € 575 miljoen. NWO en academia plannen zo'n € 200 miljoen in kerntechnologieën te investeren. Opvallend is tenslotte de hoge investeringsbereidheid van de ROM's in kerntechnologieën (€ 141 miljoen).

Omgekeerd laat Figuur 6 dan zien dat de huidige investeringen in de complementaire technologieën die bijdragen aan de toepasbaarheid van regeneratieve geneeskundetechnologie innovaties in veel gevallen dus lager zijn de voorgenomen investeringen in kerntechnologieën en -programma's. Alleen de PPS'en en de TO2 instellingen laten hogere investeringen zien in complementaire technologieën zoals smart industry en personalised food en medicine dan in kern. Private partijen zijn ook hier de grootste investeerder met plannen ter hoogte van €188 miljoen, gevolgde door PPS'en (€106 miljoen), gevolgd door TO2, (€89 miljoen), EU (€78 mln.) en Nederlandse overheden (€77 mln.).

6 Groeipotentieel

6.1 Inleiding

De volgende stap in de evaluatie van het voorstel is een toets op het groeipotentieel dat gecreëerd wordt met de onderzoeksresultaten van het voorstel. Omdat ook dit moeilijk objectief is in te schatten probeert TNO dit inzichtelijk te maken door een beeld te schetsen van het concurrentievermogen en het innovatievermogen van sectoren die de resultaten zouden kunnen toepassen. Het concurrentievermogen wordt hier geïllustreerd met andere indicatoren dan in Hoofdstuk 4, waar gekeken werd naar productiviteitsontwikkeling.

De aanname is dat als de kennis neerslaat in sectoren die innovatief en concurrerend zijn, dit leidt tot additionele toekomstige groei. Deze informatie kan dan door de evaluatiecommissie worden gebruikt voor haar eigen inschatting van de toepasbaarheid van de potentiële onderzoeksresultaten.

6.2 Aanpak

LSA (zie Bijlage I) kan inzicht geven in hoe relevante bedrijfstakken (op basis van de SBI-classificatie) zich hebben ontwikkeld in de afgelopen jaren wat betreft concurrentievermogen (met indicatoren als exportintensiteit, toegevoegde waarde (specialisatie), groeiverschil van toegevoegde waarde met EU15) en innovatievermogen (met indicatoren als start-up intensiteit, scale-up intensiteit en R&D intensiteit).

De aanpak kent de volgende stappen:[25]

- Linken voorstel aan sectoren (op SBI-niveau), en validatie daarvan, op basis van ‘expert judgement’ (voor meer uitleg, zie Kader 1).
- Analyse concurrentievermogen (inclusief benchmark met EU15 voor groeiverschil en omvang toegevoegde waarde) en innovatievermogen, en duiding van de resultaten.

6.3 Resultaten

6.3.1 Concurrentievermogen

Figuur 7 geeft een beeld van het concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn bij Regeneratieve Geneeskunde vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) groeiverschil toegevoegde waarde ten opzichte van het EU15-gemiddelde; ii) specialisatie van Nederland t.o.v. de EU15; en iii) de export intensiteit.

De grootte van een bol geeft de exportintensiteit van de bijbehorende sector weer: het deel van de productiewaarde (omzet) dat wordt geëxporteerd (uitgedrukt als percentage). Hoe groter een bol, hoe relevanter buitenlandse afnemers zijn voor de actoren in de sector.

[25] De stappen worden in het methodologierapport nader beschreven.

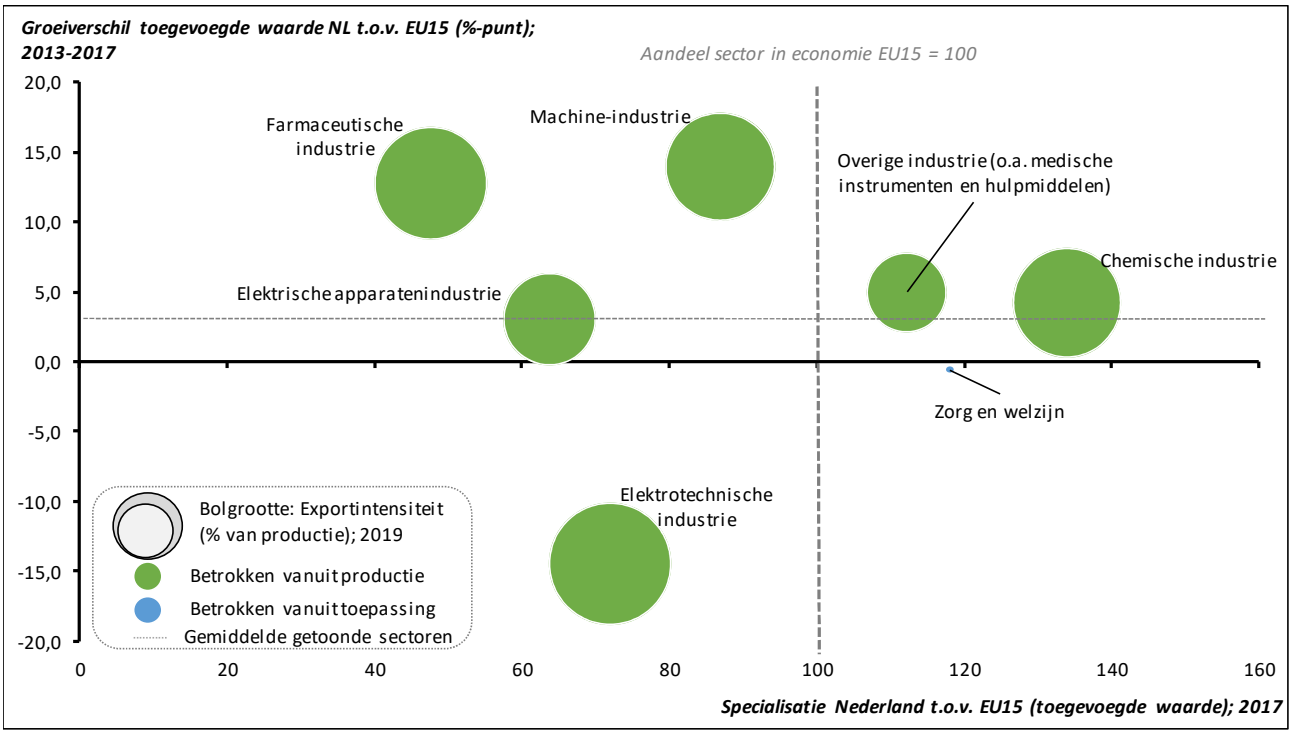
De horizontale as refereert aan de zogenaamde specialisatie-index. Deze wordt als volgt berekend:

$$\frac{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde Nederland}}{\text{Aandeel sector (in \%) in totale toegevoegde waarde EU15}} \text{ x } 100.$$

De positie (projectie) van een bol op deze as geeft aan hoe het aandeel van de bijbehorende sector in de Nederlandse economie zich verhoudt tot het aandeel van dezelfde sector in de economie van de EU15. Een specialisatie-indexscore van 100 betekent dat het aandeel van een sector in de Nederlandse economie gelijk is aan het aandeel van diezelfde sector in de gezamenlijke economische omvang van de EU15. Wanneer een sector relatief groot is in Nederland (een indexscore groter dan 100), duidt dit op een oververtegenwoordiging ofwel een sterke positie in deze bedrijfsactiviteit. Omgekeerd drukt een specialisatiescore kleiner dan 100 ten opzichte van het EU15-gemiddelde een relatief beperkte vertegenwoordiging van een sector in Nederland uit.

De gedachte achter de specialisatie-index is dat een sectorale oververtegenwoordiging het resultaat is van kostenvoordelen en productiviteitsvoordelen die samenhangen met specifieke gunstige factoren in Nederland: comparatieve voordelen, zoals unieke kennis, kunde, productietechnologie, menselijk kapitaal, (internationale) bereikbaarheid, vertrouwen, etc. Dergelijke voordelen bepalen in belangrijke mate de concurrentiepositie van Nederland in specifieke bedrijfsactiviteiten.

Op de verticale as van Figuur 7 is het groeiverschil in toegevoegde waarde tussen Nederland en de EU-15 uitgezet. De positie (projectie) van een bol op de verticale as zegt iets over hoe de bijbehorende Nederlandse sector zich ontwikkelt t.o.v. het gemiddelde van de sectoren in de EU-15. Hoe verder naar boven op de as, hoe sneller de groei in toegevoegde waarde t.o.v. sectorgenoten. in andere landen. Het groeiverschil tussen de Nederlandse economie en de EU15 was in de periode 2013-2017 nihil (0,0 procent): de economie van Nederland en de EU15 groeide gemiddeld per jaar in de periode 2013-2017 op een gelijk tempo. De horizontale as in Figuur 7 is derhalve het referentiepunt voor het gemiddelde groeiverschil tussen Nederland en de EU15. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft het gemiddelde groeiverschil van de Nederlandse sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel t.o.v. het bijbehorende EU-15 gemiddelde van dezelfde sectoren.



Figuur 7: Concurrentievermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van Regeneratieve Geneeskunde. Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).[26]

Zoals beschreven in Hoofdstuk 4 kan de ontwikkeling van regeneratieve geneeskunde voortbouwen op zes (toeleverende) productiesectoren, en is de Zorg de primaire toepassingssector (voor een overzicht van (het proces van) de selectie, zie Kader 4). In het voorstel voor de RegMed XB pilotfabriek is de ambitie neergelegd om een innovatie- en productie-infrastructuur te ontwikkelen en om hierbij economische sterktes uit te bouwen in exportposities op de mondiale markt. Figuur 7 toont dat de relevante toeleverende industrietakken zich ook in Europees vergelijkend perspectief relatief gunstig hebben ontwikkeld in de periode 2013-2017. Met uitzondering van de Elektrotechnische industrie en Zorg en welzijn was er in de geselecteerde sectoren sprake van een snellere groei van toegevoegde waarde dan gemiddeld in de EU15. Daarnaast heeft Nederland in vergelijking met de EU15 een sterkere vertegenwoordiging van de Chemische industrie, Overige industrie en Zorgsector in de economie.

Met andere woorden kan Nederland voortbouwen op een sterke concurrentiepositie in sectoren die relevant zijn voor regeneratieve geneeskunde. Zes van de zeven geselecteerde sectoren hebben een bovengemiddeld sterke exportoriëntatie. Elektrotechnische industrie (86%), Farmaceutische industrie (75%), Machine industrie (69%), Chemische Industrie (69%), Elektrische apparatenindustrie (51%) en Overige industrie (37%) hebben allen een hoge exportwaarde in verhouding tot hun totale productie. Ter vergelijking: de gemiddelde export-intensiteit van alle sectoren in de Nederlandse economie is 25,5%. Alle zes toeleverende

[26] Het groeiverschil van de Elektrotechnische industrie in Nederland is eigenlijk nog groter dan weergegeven in de figuur. Op basis van Eurostat cijfers in constante prijzen, blijkt de reële groei van de Elektrotechnische industrie in de EU15 in de periode 2013-2017 in de orde van 25 procent per jaar te liggen, tegenover 1,2 procent in Nederland.

industrietakken zijn dus relatief sterk verbonden met het buitenland in mondiale waarde-netwerken. Dit is een contrast met de toepassingssector Zorg en Welzijn. Deze sector levert primair diensten binnen Nederland, waardoor de exportintensiteit dusdanig laag is dat de bol nauwelijks zichtbaar is in Figuur 7.

In Hoofdstuk 4 is reeds benoemd dat het op basis van de hier gepresenteerde analyses lastig in te schatten is in hoeverre Nederlandse bedrijven de ambitie van het RegMed XB voorstel m.b.t. een leidende positie in de mondiale markt voor regeneratieve geneeskunde kunnen realiseren. Wel wijzen de meest recente cijfers op economische sterktes en een gunstige concurrentiepositie in relevante sectoren, zoals de Machine-industrie, Elektrische apparatenindustrie, Chemische industrie, Farmaceutische industrie en Elektrotechnische industrie.

6.3.2 Innovatievermogen

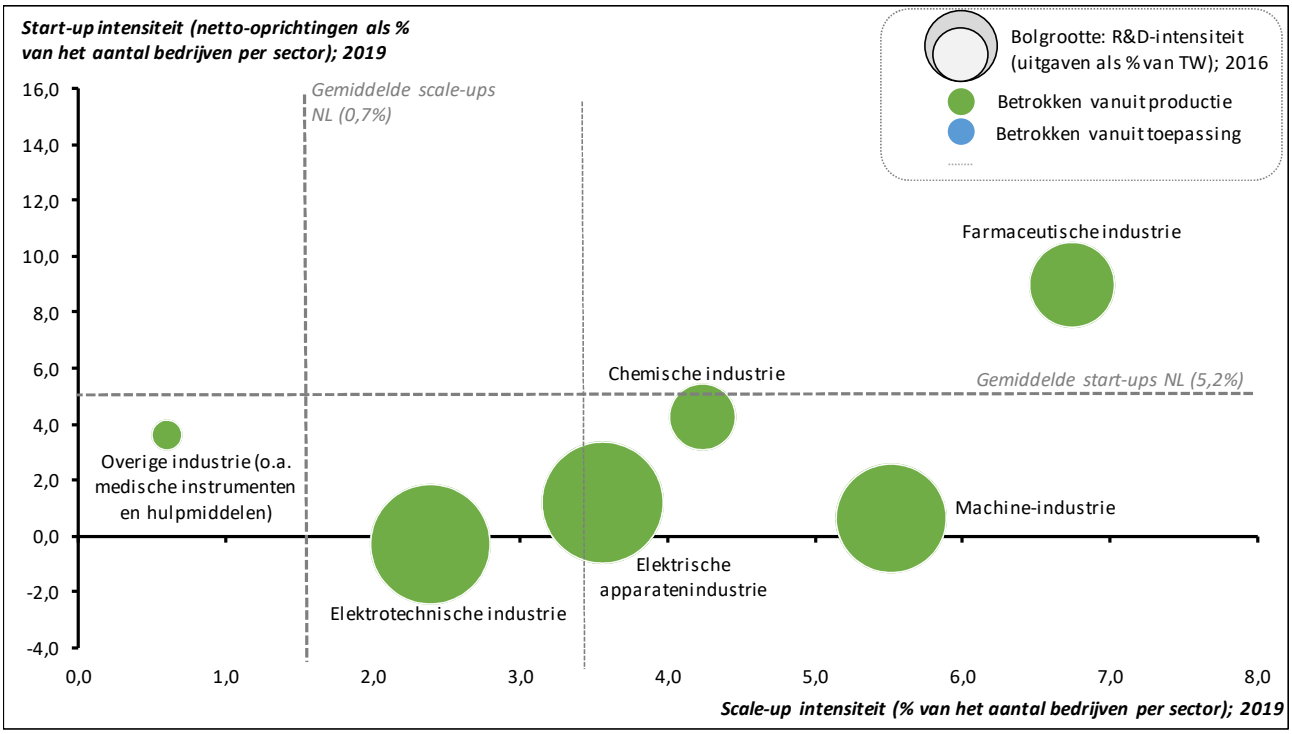
Figuur 8 geeft een beeld van het innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn bij regeneratieve geneeskunde vanuit productie of toepassing, op basis van de volgende indicatoren: i) start-up intensiteit; ii) scale-up intensiteit; en iii) R&D intensiteit.

De grootte van een bol geeft de R&D-intensiteit van een sector weer: de omvang van private R&D-uitgaven als percentage van de toegevoegde waarde van de bijbehorende sector.[27] Hoe groter een bol, hoe belangrijker (zelf ontwikkelde) kennis voor actoren in de sector.

Op de horizontale as van Figuur 8 is de scale-up intensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[28] De positie (projectie) van een bol op de horizontale as refereert aan het aantal snelle groeiers (conform de CBS-definitie) als percentage van het gemiddeld aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe verder naar rechts, hoe meer ‘vernieuwing’ door ‘doorgroeiers’. De gestreepte verticale grijze lijn geeft de gemiddelde scale-up intensiteit in Nederland weer. De gestippelde verticale grijze lijn geeft de scale-up intensiteit van de sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

Op de verticale as van Figuur 8 is de startupintensiteit als percentage van het aantal bedrijven per sector uitgezet.[29] De positie (projectie) van een bol op de verticale refereert aan het netto aantal bedrijfsoprichtingen (het saldo van bedrijfsoprichtingen en opheffingen) uitgedrukt als percentage van het aantal bedrijven in de bijbehorende sector. Hoe hoger op de verticale as, hoe meer ‘vernieuwing’ door ‘nieuwkomers’. De gestreepte horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van alle sectoren in de Nederlandse economie in deze periode weer. De gestippelde horizontale grijze lijn geeft de gemiddelde start-up intensiteit van de sectoren die ‘gelinkt’ zijn aan (betrokken zijn bij) het voorstel.

[27] Cijfers van 2016 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[28] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).
[29] Cijfers 2019 (als meest recente beschikbare jaar op sectorniveau).



Figuur 8: Innovatievermogen van sectoren die betrokken zijn in de productie of toepassing van Regeneratieve geneeskunde.[30] Bron: CBS, Eurostat (bewerking TNO).

Voor de toepassingssector Zorg en welzijn zijn geen cijfers over de R&D-intensiteit beschikbaar, waardoor in Figuur 8 alleen de toeleverende industriële productiesectoren zichtbaar zijn. Vijf van de sectoren die relevante productietechnologie t.b.v. regeneratieve geneeskunde kunnen produceren, kenmerken zich met relatief hoge private R&D uitgaven van bedrijven. De R&D-intensiteit van de Overige industrie (waar de productie van medische hulpmiddelen onder valt) ligt rond het gemiddelde van alle sectoren in de Nederlandse economie.

Gekeken naar de start-up intensiteit valt op dat de meeste sectoren een relatieve lage start-up intensiteit hebben. De recente bedrijvendynamiek in deze sectoren lijkt erop te wijzen dat vernieuwing in sterkere mate wordt gedreven door ‘doorgroeiers’. Hoge R&D-investeringen gaan samen met een hoger aandeel snelgroeiende bedrijven in de totale bedrijvenpopulatie.

[30] Het aantal bedrijven per sector in Start-up intensiteit en Scale-up intensiteit betreft het gemiddelde aantal bedrijven in die sector over vier kwartalen.

Bijlage I: Landschapsanalyse (LSA) - omschrijving en doel.

Voor EZK (directie I&K) werkt TNO aan een analyse van het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap: de zogenaamde Landschapsanalyse (LSA). De methodiek en de resultaten van deze analyse vormen de basis voor de informatie die TNO aanlevert aan de Stafdirectie Nationaal Groeifonds voor de beoordeling van de huidige 6 voorstellen door de Nationaal Groeifondscommissie.

In het kader van de LSA is een database gebouwd met ‘bouwstenen’ (feiten en cijfers) die inzichtelijk maken hoe het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap eruit ziet, en hoe dit landschap zich kan ontwikkelen. Het Nederlandse thematische kennis- en innovatielandschap omvat sleuteltechnologieën (gevat in de zogenaamde Meerjaren programma’s sleuteltechnologie (MJP’s)), missie thema’s (gevat in de zogenaamde Meerjaren Missiegedreven Innovatie Programma’s (MMIP’s)) en wetenschappelijke programma’s (gevat in de zogenaamde Nederlandse Wetenschappelijke Agenda (NWA-routes)). Daarnaast bevat deze database data uit andere databronnen, zoals die van CBS, CWTS, Eurostat en Elsevier. De LSA database omvat momenteel een zestal categorieën met onderliggende indicatoren. Tabel 5 geeft deze categorieën en de onderliggende indicatoren weer.

Voor de evaluatie van de groeifondsvoorstellen kan de LSA database worden ingezet om te evalueren hoe de voorstellen zijn ‘verankerd’ in het Nederlandse innovatiesysteem: in hoeverre deze kunnen bouwen op de capaciteiten van bestaande actoren en de relevante bestaande kenniskapitaalvoorraad; en in hoeverre de resultaten kunnen worden ‘geabsorbeerd’ door deze actoren. Dit geeft een indicatie van de potentie van de voorstellen - om tot resultaten te komen die kunnen worden toegepast in de economie, en/of om maatschappelijke uitdagingen te adresseren. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een reproduceerbare en herleidbare aanpak, die voor meerdere sectoren en technologieën (zoals beschreven in de voorstellen) ingezet kan worden.

Tabel 5: Categorieën van de LSA database.

Categorie 1 Thematische (nationale) agenda’s • Bijdragen aan Missies (MMIP’s) • Bijdragen aan NWA-routes • Bijdragen aan sleuteltechnologieën (MJP’s) • Bouwen op Missies (MMIP’s) • Bouwen op NWA-routes • Bouwen op sleuteltechnologieën (MJP’s)	**Categorie 4 Initiatieven** • Bijdrage aan MJP’s, MMIP’s, NWA-routes – uitbreiding in 2021 • Betrokken initiatieven (naam initiatief) • Rol type initiatieven (PPS, innovatieprogramma’s, agenda’s en beleidsstrategieën, etc.) • Betrokkenheid initiatieven per regio
Categorie 2 Actoren • Dominante actoren (naam actoren) • Samenwerking actoren • Rol overheden • Rol type actoren (universiteiten, TO2, bedrijven, etc.)	**Categorie 5 Potentiële groei bedrijfstakken** • Verdienvermogen (o.a. groei TW bedrijfstakken, arbeidsproductiviteit) • Concurrentievermogen (o.a. specialisme) • Innovatievermogen (o.a. start-ups/scale-up intensiteit)
Categorie 3 Budgetten • Totaal budget • Budget per financieringsbron (PPS, ROM, privaat, EU, NWO, TO2, Universiteiten) • Allocatie private en publieke R&D-investeringen	**Categorie 6 Kennis- en technologiesterktes** • Kennissterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties) • Technologiesterktes (o.a. wetenschappelijke publicaties, citaties)

Bijlage II: Programma's

Op basis van het voorstel is de scope bepaald. Hierin wordt onderscheid gemaakt in kern programma's en complementaire programma's. Hieronder staat een overzicht van welke programma's tot de kern van REGMED XB horen en welke programma's rand voorwaardelijk zijn om de kern programma's mogelijk te maken.

Tabel 6: Thematische programma's en de link met onderzoek & innovatie ecosystemen.

Focus	Thematische programma's	Onderzoek & innovatie ecosystemen (Dialogic)
Kern technologieën REGMED XB	02. Building Blocks of Life - Begrip en benutting van cellulaire systemen*	NA
	16. MedTech	
	17. Biomedical Engineering for Health	
	86. Bridge - Life Science Technologies	OIE 28 Leefstijl en leefomgeving
	NWA Gezondheidszorgonderzoek, preventie en behandeling	
	73. Soft Advanced Materials (SAM)	OIE 5 Biobased Materials
	NWA Materialen - Made in Holland	OIE 3 Nieuwe materialen
	NWA Regeneratieve Geneeskunde: game changer op weg naar brede toepassing	OIE 30 Mensen met chronische ziekten
	MMIP Mensen met chronische ziekten doen meer mee	
Complementaire technologieën REGMED XB	13. Smart personalized food and medicine	NA
	14. Maatschappelijk gewenste en veilige bio-technologische toepassingen, door middel van Safe-by-Design	OIE 27 Voedseltechnologie
	32. Materials innovations (Brightlands MC)	OIE 3 Nieuwe materialen
	82. Materiaaltechnologie - made in Holland	
	34. Smart Industry	OIE 42 Smart Industry
	NWA Smart Industry	
	71. Meet- en Detectietechnologie	OIE 43 Sensoriek en meet- en detectietechnologie
	72. Evidence Based Sensing	
	NWA Personalised medicine: uitgaan van het individu	NA
	MMIP Centrale missie: langer gezond	OIE 28 Langer gezond leven (+5 jaar) en minder verschillen tussen SES-groepen (-30%)

Rapportage inzichten gesprekken met buitenlandse experts

Er is op verzoek van de R&D subcommissie met een aantal buitenlandse experts gesproken op het terrein van kunstmatige intelligentie (AI), waterstof, regeneratieve geneeskunde en quantumtechnologie. De experts zijn benaderd om de verschillende gebieden vanuit een internationaal perspectief te bezien. De experts hebben geen kennis genomen van de voorstellen zelf, de hoofdlijnen van de voorstellen zijn aan hen gepresenteerd[1]. De gesprekken hebben zich daarom gericht op de lessons learned uit andere landen en de internationale positionering van de voorstellen. Deze rapportage geeft de belangrijkste inzichten uit de gesprekken met de experts weer.

Er is met de volgende experts gesproken:

1. AI: *Philipp Slusallek.* Dhr. Slusallek is wetenschappelijk directeur bij het Duitse Onderzoekscentrum voor AI (DFKI) en is daarvoor wetenschappelijk directeur geweest bij het Intel Visual Computing Institute. Hij was lid van de High Level Expert Group on AI van de EU.
2. Quantumtechnologie:
   - *Roger McKinlay*. Dhr. McKinlay is Challenge Director for Quantum Technologies bij het Britse instituut voor onderzoek en innovatie (UKRI). Hij is vanaf het begin in 2013 betrokken geweest bij het Britse nationale quantumtechnologieën programma dat beoogt onderzoek in nieuwe producten en diensten om te zetten.
   - *Guido Burkard.* Dhr. Burkard is professor aan de universiteit van Kontanz op het gebied van quantumtechnologie en heeft daarvoor posities bekleed aan de universiteit van Aken, Bazel en New York.
3. Regeneratieve geneeskunde: Ontario RegMed Institute. Er is gesproken met vertegenwoordigers van het Ontario RegMed Institute, *Duncan Stewart* – President & Scientific Director & *Sandra Donaldson* – Vice President and Chief Operating Officer. Het instituut staat bekend om de excellente kennis op gebied van regeneratieve geneeskunde, en als een van de voorlopers op gebied van commercialisatie binnen deze deelsector.
4. Waterstof:
   - *Ben Voorhorst.* Dhr. Voorhorst is strategisch adviseur bij Tennet. De notitie die hij heeft geschreven over Groenvermogen van de Nederlandse economie is opgenomen in de bijlage.
   - *Coby van der Linden.* Mw. van der Linden is directeur bij het Clingendael International Energy Programme (CIEP).
   - *Mario Ragwitz.* Dhr. Ragwitz is hoofd van het Fraunhofer Hydrogen network in Duitsland.

De volgende pagina geeft de voornaamste inzichten uit de gesprekken met de experts weer.

[1] Met uitzondering van Ben Voorhorst

Belangrijkste inzichten gesprekken met experts

De inzichten zijn geformuleerd in de voertaal waarin de gesprekken hebben plaatsgevonden.

AI

Philipp Slusallek

- The Netherlands has a relatively strong position on AI in Europe. The Netherlands is also well connected, which is important for the success of a goal-oriented national program.
- Creating drivers to integrate industry and research is key; attract long-term strategic thinkers from the industry together with key AI researchers into the program to identify key challenges in industry and research.
- Talent is essential: competition is immense. Think about including inspiring missions/challenges, as is done in the US. Talented researchers are driven by working on challenges that could lead to breakthroughs.
- Portfolio management tends to be quite static: projects are started and run for a longer period of time. In the meantime, there are few checks on whether the projects are still relevant. AI developments go too fast for such an approach, hence think about more flexible project portfolio management.

Quantumtechnologie

Roger McKinlay

- The Netherlands is considered to be a serious player on quantum. The spending rate can be used as an indicator on how serious countries are about their plans on quantum. €100 mn yearly is significant, but countries are increasing their investments.
- Understanding what is needed to grow the industry and determining what skills are hence needed, is difficult, but crucial.
- One of the lessons learned is to ensure real involvement of industry, is making it obligatory for a business instead of university or institution to lead the consortium.
- Another lessons learned is that societal and ethical aspects of quantum should be addressed by people and organizations that understand the technology. Guide the public debate intelligently. The idea of special ELSA Quantum university chairs could be successful.

Guido Burkard

- The Netherlands is considered to be an excellent player in the field. Many of the partners associated with this program have a great reputation, such as the TU Delft, University of Amsterdam, CWI, University of Twente and University of Groningen.
- Within EU collaborations the Netherlands is often leading. The areas the program is focused towards, are reflected in the EU Flagships. That's an advantage: it will help with funding from Brussels and ensures the national programme is embedded in the EU agenda.
- Talent and education is essential for progress, good to see that this is a central element in the proposal. Having a national cleanroom infrastructure is valuable.
- The industry component in the program will be the hardest. All over Europe we are struggling with really connecting academia to industry. There's less venture capital than in the States.
- Germany has a program 'Quantum Technologies – from basic research to market', scheduled to run from 2018 - 2028, which spends around €200 mln./yr.

Regeneratieve Geneeskunde

Ontario RegMed Institute:

- Find skilled people with medical background, expertise in logistics and experience to focus on more than one single product. Moreover, there should be a proper monitoring and evaluation system in place to focus on 'proper execution' of the plans.
- Facilities should lower their fees in order to give access to academic groups. Infrastructure is costly and in itself is not valuable. Value is created when these developments lead to clinical trials and the use in human context.
- Guide startups and scaleups in the right direction by building up a community. Link experts to projects to stimulate progress.

Waterstof

Ben Voorhorst, Coby van der Linde en Mario Ragwitz:

- Waterstof zal een belangrijke rol spelen in ons toekomstige energiesysteem. Redenen daarvoor zijn: het is groen te produceren, transporteerbaar, biedt via langdurige opslag flexibiliteit in het energiesysteem, bereikt hoge temperaturen, vervangt fossiele grondstoffen en kan daarmee industrie verduurzamen en het kan zwaar transport (schepen, vliegtuigen) verduurzamen.
- 75% van de waterstofbehoefte in Europa ligt in Noordwest-Europa (D-NL-Be) dankzij de aanwezigheid van zware en chemische industrie.
- Succesvolle industriespelers zullen systemen inrichten op optimalisatie van dagelijks wisselend gebruik van groene stroom en waterstof (elektrificatie en waterstof).
- Nederland heeft meerdere comparatieve voordelen. De belangrijkste zijn de nabijheid van wind op zee, de haveninfrastructuur (m.n. in Rotterdam), het gasleidingennetwerk dat hergebruikt kan worden, de verbindingen met NW-Europa, de aanwezigheid van relatief een grote energie-intensieve industrie, en kennis en bedrijvigheid op gebied van gassen, opwekking, geosciences, distributie en opslag. Nederland heeft ook mogelijkheid voor CCS en opslag/vervoer naar Noorwegen of ander land met CCS-capaciteit voor moeilijk te decarboniseren processen.
- De EU zet fors in waterstof. Daar speelt ook het strategische argument dat Europa niet in grote mate afhankelijk wil zijn van derde land in de energievoorziening. Experts benadrukken dat Europese landen dit echt gezamenlijk moeten gaan oppakken en kennis moeten delen. Voor Nederland is het nodig om nationaal te investeren om deel te kunnen nemen aan Europese programma's en een relevante speler te blijven.
- Verschillende EU-landen hebben forse investeringen aangekondigd voor komende 10 jaar: Duitsland 7 mld EUR plus 2 mld voor internationale projecten, en beoogde H2 exporteurs Spanje 9 mld en Portugal 7 mld. Frankrijk 7 mld. Het VK heeft een tienpuntenplan voor waterstof met een fonds £240 mln. Denemarken en Noorwegen investeren ook en hopen uit het Europese herstelfonds waterstofontwikkeling te financieren. België zet bottom-up, via Vlaanderen en Wallonië, in op waterstof in maar heeft nog geen federaal beleid of fonds. Japan heeft veel innovatieve kennis en China zet grootschalig in op de productie van elektrolyses.
- Duitsland gaat uit van een nationale waterstof-behoefte van 90 terawattuur tot 2030 en zet in op 5 GW elektrolysecapaciteit. Het gaat ervan uit op termijn 1/3e van de waterstofbehoefte zelf te produceren en 2/3e te importeren. Import kan uit bijvoorbeeld Nederland komen, maar ook uit landen als Saudi-Arabië en Marokko. Hier kunnen de haven van Rotterdam en de gaspijpleidingen door de rest van de EU een belangrijke rol in spelen.
- Duitsland en Nederland kunnen goed samenwerken in innovatie. Dit betreft niet alleen elektrolyse, maar ook transport (pijplijnen), opslag, productie offshore, gebruik in energie-intensieve industrieën, en in chemische productieprocessen.
- De make-or-buy-beslissing is in dit stadium minder relevant, het gaat nu om innoveren en het opdoen van kennis.

Bijlage: Analyse aanvraag Groeifonds "Groenvermogen van de Nederlandse economie", door Ben Voorhorst, 16 maart 2021

Context van het belang van waterstof vanuit het Klimaatakkoord
In het klimaatakkoord van 2019 zijn afspraken gemaakt door het kabinet met de Industrie, de Energiesector, de netwerkbedrijven en de NGOs met betrekking tot het ontwikkelen van waterstof, als onderdeel van de energietransitie. Daarbij is onderkend dat de huidige vraag naar waterstof (100 PJ) kan groeien naar 125 tot 213 PJ in 2030. Daarnaast is een ambitie gedefinieerd van 800 MW elektrolyse-capaciteit in 2025 en 3-4 GW in 2030. Daarnaast is een kostenreductie voorzien van CAPEX van 100 miljoen Euro/100 MW naar 35 miljoen Euro /100 MW in 2030. Deze reductie is gebaseerd op verwachtingen van betrokken marktpartijen.

In 2050 is de doelstelling in lijn met Parijs en EU-doelstellingen, dat het energiesysteem CO2 neutraal is, door forse inzet op groene energiebronnen (Wind, Zon, Bio) gecombineerd met CO2 afvang.
Het belang van waterstof voor de energietransitie is groot. De reden daarvoor is dat vandaag in NL nog veel aardgas, olie (of afgeleide producten) en steenkool gebruikt worden met de nodige CO2-emissie als gevolg.
Deze fossiele brandstoffen kunnen niet eenvoudig vervangen worden door duurzaam opgewekte elektriciteit. Daarvoor is het aanbod van duurzame elektriciteit (uit zon en wind) te afhankelijk van het actuele weer en elektriciteit kan niet opgeslagen worden in het elektriciteitsnet. Opslag van elektriciteit in batterijen kan een oplossing bieden voor het doorbreken van het dag/nacht patroon (overdag en weekend met zon de batterij opladen, 's-nachts en de volgende bewolkte dagen de energie uit de batterij gebruiken).
De vraag naar energie kent grote verschillen afhankelijk van het seizoen en het actuele weer, met name in de winter kan de behoefte aan energie voor verwarmen groot en langdurig zijn. Andere soort van energieverbruik zijn minder afhankelijk van het weer, maar kunnen wel sterker variëren op bijvoorbeeld werkdagen versus weekenden. Energievraag voor mobiliteit is beperkt seizoen afhankelijk. Industrie heeft een voorkeur voor een vrij homogene vraag, en laat zich in beperkte mate sturen door de prijsstelling
Het aanbod van duurzame energie uit wind en zon is sterk weersafhankelijk. Op een gemiddelde winterdag is de zonne-energie slechts 10% van de zonne-energie op een gemiddelde zomerdag. En uiteraard zijn er dagen dat er nauwelijks tot geen zonne-energie is. Voor zon moet in Nederland gerekend worden met een vollast-duur van circa 900-1000 uur per jaar. Dat wil zeggen dat de gemiddelde hoeveelheid energie van een geheel jaar van een zonnepaneel, omgerekend overeenkomt met 900-1000 uur produceren op vol vermogen. Een jaar heeft 8760 uur.
Voor windenergie is uiteraard de hoeveelheid wind van belang. Deze is gemiddeld in de zomer iets minder dan in herfst, winter en voorjaar. Maar de windenergie kan voor langere tijd (1 tot 2 weken) niet of nauwelijks beschikbaar zijn, dit is met name het geval bij stabiele weersomstandigheden met een groot hogedrukgebied in de buurt van Nederland. Moderne windmolens op land hebben een vollast-duur van circa 2500 uur en op zee wordt gerekend met een vollast-duur van 4000-4500 uur.

Deze variaties in vraag en aanbod van duurzame energie door het jaar maakt dat bij het opstellen van het klimaatakkoord gekeken is naar oplossingen. Alle stakeholders hebben onderkend dat opslag en buffering van duurzame energie van groot belang is voor het slagen van de energietransitie.
Richting 2030 moeten grote stappen gezet zijn in de technische en economische randvoorwaarden om vervolgens in grote mate te kunnen toepassen na 2030 in opmaat naar 2050 waarbij uitgegaan wordt van 0% CO2 uitstoot.
Voor de volledigheid, ook andere bronnen van duurzame energie (aardwarmte) en uitwisseling (import/export) van elektriciteit met buurlanden (waterkracht, andere weerssituatie) worden gezien als belangrijke ingrediënten voor het oplossen van het vraagstuk. Daarnaast is biomassa en biogas een mogelijkheid om te voorzien in duurzame energie. Biomassa wordt binnen de EU echter steeds meer omstreden omdat deze bij het transport en de verbranding tot CO2-uitstoot leidt. Daarom wordt bio vaak als transitie-oplossing gezien op weg naar synthetische oplossingen

In de kabinetsvisie voor het energiesystem van Nederland in komende decennia vormt groene stroom circa 40-50%, waterstof ruwweg 30%, en overig 20%. Dit geeft de verwachte omvang van waterstof weer.

In het klimaatakkoord is waterstof onderkend als een belangrijk hulpmiddel voor het bereiken van de klimaatdoelstelling, mits aan enkele voorwaarden voldaan kan worden.

Waarom is waterstof zo belangrijk en wat moet er nog gebeuren
Waterstof is van belang om diverse redenen:

- Waterstof (H2) kan geproduceerd worden uit water in een elektrolyser door middel van elektriciteit. Indien de gebruikte elektriciteit duurzaam geproduceerd is, is daarmee deze waterstof duurzaam (groene waterstof). Het restproduct is zuurstof (O2). Nieuwste installaties kunnen dit met een efficiency van 70 tot 80%, maar elektrolysers zijn nu nog duur en relatief klein (kleiner dan 10MW).
- Waterstof wordt nu al geproduceerd uit aardgas (veelal via Steam Methane Reforming) en gebruikt als grondstof in de industrie (omvang circa 100 PJ). Bij dit proces komt CO2 vrij. Dit wordt grijs waterstof genoemd.
- Waterstof kan als brandstof dienen voor elektriciteit en warmte (in een brandstofcel) of verbrand worden om hoge temperatuur warmte (boven de 600 graden) te leveren. Ook kan waterstof als brandstof gebruikt worden in een daartoe geschikte gascentrale om op grote schaal elektriciteit te produceren.
- Waterstof zijn moleculen die lang bewaard kunnen worden en zoutcavernes en gasopslagen zijn in principe geschikt voor opslag van waterstof.
- Waterstof kan getransporteerd worden via het aardgasnet, mits hieraan beperkte aanpassingen gedaan worden.
- Waterstof kan als basisproduct gebruikt worden om andere synthetische brandstoffen (syngas, methaan, kerosine) en basisproducten (bijv. ammonia) te maken.

Waterstof is dus al een bekend product en kent speciale toepassing als grondstof en kan eventueel getransporteerd en opgeslagen worden via bestaande gas-infrastructuur en gasopslagen.

Om voor de energietransitie waterstof daadwerkelijk op grote schaal inzetbaar te maken zijn er ook nog de nodige ontwikkelgebieden:

- Elektrolysers moeten veel goedkoper worden (CAPEX) en moeten veel groter worden (units van enkele 100 MW als ondergrens nodig), wil massale toepassing mogelijk en betaalbaar worden. De huidige business-cases werken niet.
- Er moet een afzetmarkt zijn voor de geproduceerde waterstof, en indien nodig een transport en distributiesysteem.
- Om waterstof als brandstof toe te kunnen passen zullen systemen verder ontwikkeld moeten worden om waterstof daadwerkelijk in te kunnen zetten;
    - In de industrie voor het produceren van (hoge temperatuur) warmte (ter vervanging van installaties waarin aardgas gebruikt wordt)
    - Voor gebruik als brandstof in zware voertuigen, scheepvaart en luchtvaart
    - Voor het verwarmen van gebouwen
- Toepassing van groen waterstof als vervanging van huidige grijze waterstof in de industrie struikelt over de kostprijs en de beschikbare hoeveelheid. De industrie is tot nu toe primair gericht op low-cost bulktoepassing.
- Het ontwikkelen van nieuwe toepassingsgebieden met hogere toegevoegde waarde betekent dat zowel distributiesysteem als toepassing ontwikkeld moet worden, waar veelal een moeilijke kip-ei discussie aan ten grondslag ligt.
- Om daadwerkelijk stappen te kunnen maken zijn R&D en toepassen van innovaties van belang, en is uiteraard het ontwikkelen van voldoende kennis een voorwaarde, nieuwe inzichten en meer mensen met de juiste kennis.
- De industrie zal de komende 20 jaar haar processen en system opnieuw tegen het licht moeten houden en bezien op welke wijze het gebruik van fossiele brandstoffen vervangen kan worden, door toepassing van waterstof, door het elektrificeren van de processtappen en door de combinatie van beide.
- Om de industrie tijdig de mogelijkheid te geven om verantwoorde keuzes te maken is niet alleen het voldoende aanbod van belang, maar ook het vooruitzicht dat er voldoende infrastructuur op tijd geschikt gemaakt is om het te transporteren naar de verbruiker en eventueel de opslagfaciliteiten. Een waterstof-backbone is daarbij van belang.
- Het toepassen van blauwe waterstof, waterstof uit aardgas met afvang (CCS) van CO2 kan als transitie ingezet worden om een snelle start te kunnen maken op grote schaal. Daarbij dient dan wel de mogelijkheid tot afvoer en opslag van C02 in lege offshore gasvelden gerealiseerd te worden.

In het energieakkoord is daarom onderkend dat waterstof van groot belang is om het gebruik van aardgas en olie drastisch terug te kunnen dringen. Er zijn vooralsnog geen andere producten die duurzaam geproduceerd kunnen worden en zulke brede toepassingen kennen en relatief eenvoudig grootschalig opgeslagen kunnen worden.

Belangrijke voorwaarden voor het succesvol kunnen inzetten van elektrolysers is het hebben van de juiste infrastructuur. Enerzijds betreft dat een aansluiting op het elektriciteitsnet. Netcapaciteit zou voor de genoemde omvang van de pilotprojecten tijdig aanwezig moeten kunnen zijn, maar is sterk afhankelijk van de locatie en het tijdig aanvragen. TenneT houdt in haar investeringsplan 2020-2029 in een van de scenario's rekening met 3,5 GW elektrolysers.
Anderzijds is infrastructuur voor afvoer van waterstof van belang. Hiervoor is sterk afhankelijk wat de voorziene toepassing van waterstof is. Daarenboven is Gasunie met de industrie bezig plannen te ontwikkelen om eerste stappen te zetten in een waterstof-backbone die stapsgewijs uitgebreid kan worden.

De beschikbaarheid van duurzame elektriciteit is voor genoemde omvang van pilotprojecten niet het eerste probleem. De grote vraag is hoeveel bedrijfsuren van de elektrolysers voorzien zijn en of dit 100% duurzaam moet zijn. Bij meer dan orde grootte 3000 bedrijfsuren per jaar wordt het aantoonbaar 100% duurzaamheidscriterium een aandachtspunt. Dit raakt een veel groter vraagstuk met betrekking tot op welke wijze de bouw van meer wind- en zonprojecten afgestemd kan worden op de groei van vraag naar duurzame energie. Wind- en zonprojecten zijn op zoek naar een voldoende hoge prijs; de verbruikers (industrie en consument) verwachten een lage elektriciteitsprijs. Dit onderwerp staat op de agenda bij de marktpartijen en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, maar is bepaald nog niet opgelost.

De aandachtsgebieden benoemd in het Groenvermogen programma hebben verschillende tijd horizonten. De kostenreductie en opschaling van elektrolysers en het hebben van voldoende innovatie en kennis vergt onmiddellijk actie. Als namelijk de kostenreductie niet gerealiseerd wordt, is de grootschalige introductie van waterstof geen haalbaar ontwikkel-pad voor 2030 en de jaren daarna. De overige aandachtsgebieden moeten wel op tijd opgepakt worden om daadwerkelijk impact te kunnen hebben in de jaren na 2030.

Specifieke aspecten van het voorstel "Groenvermogen van de Nederlandse economie"

Vanuit Strategisch perspectief: ambitieniveau van Groenvermogen in relatie tot het Klimaatakkoord
Zoals in de context van deze analyse aangegeven is, sluit het voorstel goed aan bij de ambities van het klimaatakkoord. Met name de integratie van demonstratieprojecten, de opschaling, alsmede integraal kijken naar samenhangend onderzoek en innovatie, regelgeving en verdienmodellen maar ook een toereikende arbeidsmarkt door juiste scholing worden allemaal als belangrijke aspecten gezien vanuit het klimaatakkoord.
De hoeveelheid MW elektrolysers die voorzien zijn support te krijgen is aan beperkte kant. Het voorstel zou versterkt kunnen worden door minimaal 150 MW in een 4^{e} ronde te tenderen.
Het strakke programma Wind op Zee (WOZ) op basis van het energieakkoord (3,5 GW offshore wind te realiseren in 2023) gecoördineerd door het Ministerie van EZK geeft de nodige positieve leerpunten. Het WOZ-programma heeft laten zien dat een duidelijk tijdpad, het wegnemen van onnodige risico's, een daling van kosten en meerdere tenders leiden tot kostendaling en innovatie. Dit komt mede doordat partijen bij het niet slagen bij een eerste ronde nog wel hun effort en inzichten kunnen gebruiken voor een van de volgende rondes. Ook een duidelijke eis ten aanzien van de kostenreductie heeft de sector innovatief gemaakt. Indien de kostenverlaging niet zou lukken, zou de minister de subsidie-tenders stoppen. De tweede tenderronde heeft al geleid tot subsidie-vrije aanbiedingen. Een belangrijke succesfactor voor de aanpak is ook gelegen in het de-risken van de projecten, leg risico's bij die partijen die meest optimaal gesitueerd zijn deze risico's te managen en te mitigeren.

Het opschalen van onderzoek en innovatie en de focus op de onderwijsagenda zijn noodzakelijk. Het is niet voor te stellen dat de verduurzaming te realiseren is zonder waterstof. Zeker het ontwikkelen van nieuwe toepassing en verder optimaliseren van bestaande waterstofgebruik is daarbij cruciaal en gebonden aan Nederland.
Of op termijn Nederland de productie van groene waterstof in eigen economische gebied (op land en op zee) zal realiseren is nu niet te zeggen. Het is aannemelijk dat er een wereldmarkt voor duurzame waterstof ontstaat.
Prijzen van elektrolysers, benodigde bezettingsgraad van elektrolysers, kosten van duurzame elektriciteit van wind op zee en zonne-energie, kosten van duurzame elektriciteit elders in de wereld en transportkosten over zee zullen het optimum bepalen.
Nederland is als toekomstig hub goed gepositioneerd vanwege goede havenfaciliteiten, goed en ruim gasnetinfrastructuur op land en verbindingen met het achterland in NW-Europa. Want niet alleen Nederland heeft de uitdaging om de industrie te de-carboniseren, ook met name Duitsland zet in op waterstof als belangrijk product voor de industrie (naast elektrificatie). En Duitsland heeft niet

voldoende ruimte (op land en zee) voor zelfvoorziening van duurzame energie en zal dus op import van duurzame energie aangewezen zijn.

De programmatische aanpak en actieve coördinatie en waar nodig bijsturing maken het mogelijk om in te spelen op ontwikkelingen en opgedane ervaringen, zonder de basis van het programma te verlaten. Dit is een sterk punt van het voorstel en ook uniek. Want alleen de integrale ontwikkeling en toepassing zal leiden tot succes vanwege de sterke afhankelijkheden in de keten, waarbij bijsturing in de snel ontwikkelde markt nodig zal blijken te zijn. Dit is niet te realiseren door losse en niet samenhangende subsidie en stimulatie programma's in te richten.

Kortom:
Innovatie en kennisopbouw: no-regret. Significante bijdrage leveren aan kostenreductie en opschaling van elektrolysers: no-regret, niet alleen voor Nederland maar internationaal van belang. Toepassingen voor gebruik van waterstof ontwikkelen en optimaliseren en de juiste verdienmodellen ontwikkelen: no-regret. Opbouwen en voorbereiden van gasinfrastructuur: no regret. Samenhangend programmasturing over de diverse facetten: no-regret.
Onzeker blijft in welke mate NL gaat importeren of zelf produceren, maar dat doet niet af aan het nut van het programma Groenvermogen. Deze onzekerheid speelt met name voor de periode na 2030.

Projectplan en meer detailopmerkingen

Het projectplan en ook het onderzoeks- en innovatieprogramma kan nog wat sterker focussen op de waardeketen van waterstof:
Productie/import – transport/export – opslag – distributie – verbruik/toepassing.
Belangrijk voor de komende 5 jaar is een start te maken met de kostenreductie en opschaling voor productie. Het vinden en optimaliseren van toepassingen voor bijvoorbeeld luchtvaart en scheepvaart zullen op zijn vroegst na 2030 (bij voldoende beschikbaar en betaalbaar waterstof) significant kunnen bijdragen aan de CO2-reductie. Toch moet ook daarvoor het onderzoek en de innovatie tijdig starten. En dat alles is alleen maar mogelijk als er voldoende mensen met kennis en ervaring zijn. Daarmee is aanscherping in het voorstel mogelijk.

Het rendement van het programma kan verder vergroot worden door een extra tender-ronde te introduceren (met verhoging van het aan te vragen subsidiebedrag met bijvoorbeeld M€ 100). Daarbij kan scherper gestuurd worden op een oplopende minimum grootte van de installatie en duidelijke lager subsidiebedrag (wellicht met aflopende plafond-bedragen) per geïnstalleerd vermogen. Hiermee wordt het programma beter benut en wordt de relevantie van dit programma voor de marktpartijen vergroot.

In het programma wordt de internationale dimensie wel enkele malen genoemd, maar weinig concreet gemaakt. Daarnaast is er een mogelijkheid om de samenwerking tussen (demo)projecten en de kennisinstituten sterker af te dwingen.
Dit is bijvoorbeeld te realiseren door te eisen dat tenders voor een project bij een bepaalde omvang 1) onderzoeksinstellingen moeten laten participeren en 2) minimaal één buitenlandse kennisinstelling moet participeren bij de 3x100 MW projecten.

Daarenboven kan overwogen worden om te eisen dat kennis opgedaan in de projecten gedeeld wordt en publiekelijk beschikbaar komt, al dan niet met een bepaalde tijdsvertraging. Immers een belangrijk aspect is het opbouwen en delen van kennis van deze energietransitie, willen we de kosten maatschappelijk draagbaar houden. Daarbij is het ongewenst als projecten en landen kennis voor zichzelf houden, de uitdagingen en urgentie zijn daarvoor te groot.
Zeker in internationale context is het van belang maximaal samen te werken in NW-Europa om uiteindelijk en de verduurzaming tijdig te realiseren en de industrie deze slag succesvol te laten maken. Het vraagstuk is of de industrie en kan verduurzamen en succesvol kan zijn in het grote geweld en krachtinspanningen met bijvoorbeeld de competitie vanuit China en USA. Als de EU-landen dit onafhankelijk van elkaar willen oplossen is mislukking gedoemd.