

Visie en bijdrage Team ddd aan missiegedreven innovatiebeleid

Inleiding

In de kamerbrief 'Naar Missiegedreven Innovatiebeleid met Impact' (13 juli 2018) heeft het kabinet op hoofdlijnen de nieuwe aanpak voor de topsectoren en het innovatiebeleid geformuleerd. Economische kansen en maatschappelijke opgaves zijn hierin twee kanten van dezelfde medaille. Nederland richten zich daarbij op de volgende maatschappelijke thema's: landbouw, water & voedsel; gezondheid & zorg; energietransitie & duurzaamheid, en veiligheid (waaronder cyber-, defensie- en waterveiligheid). Als vijfde 'thema' zet het kabinet in op sleuteltechnologieën, niet alleen voor toekomstige economische kansen, maar ook om vanuit de topsectoren technologische bijdragen te leveren aan het oplossen van maatschappelijke opgaven. Sleuteltechnologieën zullen immers de manier waarop we leven, leren, innoveren, werken en produceren ingrijpend veranderen, en vernieuwend bijdragen aan de missies geformuleerd voor maatschappelijke thema's.

In de uitwerking van de brief stellen departementen in samenspraak met topteam, kennisinstellingen en andere belanghebbenden *missies* op vanuit de maatschappelijke thema's. Deze missies zijn richtinggevend voor het opstellen van de Kennis en Innovatieagenda's (KIA's) en het Kennis- en Innovatiecontract (KIC). Totaal komen er vier thematische Kennis- en Innovatieagenda's (KIA's) en één KIA voor de sleuteltechnologieën.

Digitalisering en de ICT-sector in het bijzonder worden steeds belangrijker voor de innovatiekracht van de Nederlandse economie. De trend is dat de ICT-sector sneller groeit (9,8% in 2015 met een omzet van 59 miljard euro) dan de gemiddelde Nederlandse economie (3,2% in 2015). Een stijgend percentage van alle openstaande vacatures in Nederland is in de ICT-sector. In 2014 nam Nederland 9,7 procent van de wereldwijde exportwaarde van ICT-diensten voor zijn rekening. De exportwaarde van ICT-diensten in Nederland neemt sinds 2010 jaarlijks met 0,5% toe.

De bijgaande kennis- en innovatieagenda van het topteam Dutch digital delta (DDD) is opgesteld vanuit de wens om naast de vijf genoemde geïntegreerde KIA documenten ook zelfstandig inzicht te kunnen geven in de opbouw en samenhang van het ICT-gerelateerde deel van het kennis- en innovatieprogramma 2020-2023. Deze ICT-specifieke KIA richt zich op privaat-publieke samenwerking op het terrein van digitale sleuteltechnologieën en digitaliseringsvraagstukken in maatschappelijke missies. Onderdelen van dit document zullen (in samengevatte vorm) worden hergebruikt in de vijf eerder genoemde geïntegreerde kennis- en innovatieagenda's.

- Hoofdstuk 1 licht toe hoe ICT kan bijdragen aan de realisatie van de missies per maatschappelijke thema.
- Hoofdstuk 2 beschrijft de sleuteltechnologieën die centraal staan in het ICT programma, waarbij het format van de officiële KIAs gehanteerd wordt.
- De valorisatiestrategie en ontwikkeling van nieuwe markten wordt beschreven in Hoofdstuk 3.
- Hoofdstuk 4 beschrijft de aanpak van de Human Capital Agenda (HCA).
- Tot slot beschrijft Hoofdstuk 5 internationalisering.

1. Impact van ICT op de Maatschappelijke Thema's

1.1. Overzicht

Midden 2019 heeft het kabinet op vier maatschappelijke thema's een series van missies vastgesteld. In enkele gevallen – vooral in het Energie en Klimaat thema – zijn deze missies reeds in eerste aanzet uitgewerkt in meerjarige missie-gedreven innovatieprogramma's (MMIPs). De bijgaande tabel geeft een overzicht van de missies en MMIPs waaraan vanuit de ICT een vernieuwende bijdrage geleverd kan worden.

1.2. Maatschappelijke thema Gezondheid en Zorg

Voor alle missies op dit terrein geldt dat vanuit digitaliseringsoogpunt data-gedreven werken en dus het laagdrempelig en veilig kunnen delen van data een belangrijke voorwaarde voor innovatie is. Een nieuw concept voor data-delen is het zogenaamde Personal Health Train concept waarbij het algoritme naar de data wordt gebracht in plaats van andersom. Ongeacht de technologie is het daarbij essentieel 'informed consent' vast te leggen in deze sterk gefragmenteerde gezondheidszorg. Tevens wordt de regie over de data (terug-)gegeven aan de patiënt, wat mogelijk tot snellere innovatie leidt. Blockchain kan mogelijk een verbindende lijn zijn tussen *data providers* en *data consumers* omdat daarmee data traceerbaarheid, transparantie en vertrouwen worden gewaarborgd. De FAIR principes spelen daarbij een steeds belangrijke rol. Verder worden bijdragen in de vorm van data-analyse, AI algoritmen en architecturen in deze sector gekenmerkt door de eis dat transparantie en uitlegbaarheid gewaarborgd moeten zijn, naast privacy, security en tamper-proofness.

Missie: In 2030 is de ziektelast als gevolg van een ongezonde leefstijl en ongezonde leefomgeving met 30% afgenomen.

Een leefstijl met ongezonde keuzes wordt omgezet in een leefstijl waarin bewuster wordt omgegaan met keuzes. Bewustwording wordt door ICT en gedragswetenschappen ondersteund door goede gepersonaliseerde inzichten, keuze beïnvloeding wanneer het ertoe doet, en motivatie om 'door te gaan' door positieve feedback. Sensor technologie (meten en (bij-)sturen op succesvolle interventie), big data (population health) en personalisatie door middel van kunstmatige intelligentie ('wat werkt voor deze persoon en wat niet?') worden hierbij ingezet. Omdat mensen de zekerheid moeten hebben dat hun data ten nutte van henzelf wordt ingezet, is naast interoperabiliteit de verantwoorde toegang tot data een voorwaarde voor succes van data-gedreven zorgdiensten. Daarnaast is onderzoek naar het optimaliseren van sociale netwerken voor het ontwikkelen en behouden van gezond gedrag van belang. Elkaar stimuleren, eventueel in competitievorm met data-gedreven oplossingen via het sociale netwerk met familie en vrienden vergt de combinatie van gedragswetenschappelijk en ICT onderzoek.

Missie: In 2030 wordt 50% meer zorg in de eigen leefomgeving (in plaats van in zorginstellingen) georganiseerd samen met het netwerk rond mensen.

Digitale technologie kan de kloof tussen mensen met goede en beperkte gezondheidsvaardigheden verkleinen, bijvoorbeeld omdat er met beeld gewerkt kan worden in plaats van schrift. Spraak gestuurde chatbot-achtige systemen bieden opties voor een dialoog tussen hulpverleners en patiënten waardoor minder frequent bezoeken nodig zijn. Dergelijke dialoog-systemen vereisen integratie van medische- en contextuele achtergrondkennis en de inzet van big data analyses en artificiële intelligentie. Bij de ontwikkeling van nieuwe toepassingen moeten de vaardigheden van de verschillende doelgroepen worden meegenomen. Een vorm van co-creatie met de doelgroep is daarbij een voor de hand liggende aanpak. Chronische aandoeningen kunnen participatie in de maatschappij negatief beïnvloeden, inzet van technologie kan de kwaliteit van leven aanzienlijk verbeteren doordat mensen verbonden blijven met werkomgeving en leefomgeving en daar hun bijdrage aan blijven leveren.

Missie: In 2030 is het percentage chronisch zieken dat niet naar vermogen mee kan doen in de maatschappij met 25% afgenomen.

De opkomst van personalised medicine is in hoge mate dankzij innovatieve technologieën, waaronder data-gedreven medische diensten en analyses. Dankzij digitalisering is het mogelijk om remote telemonitoring te doen. Tevens kunnen nauwkeurig de effecten gemeten worden van interventies, zowel voor het individu als voor een groep. Daardoor wordt de effectiviteit inzichtelijk en wordt kostenverlagingen mogelijk.

Missie: In 2030 is de ziektelast als gevolg van dementie met 50% afgenomen.

Bij de preventie van dementie zijn gedragsveranderingen, bijvoorbeeld voedselpatronen en beweging, en medicijnontwikkeling beide essentieel. Digitaliseringstechnologie kan worden ingezet voor leefstijlverandering (sensing, big data, kunstmatige intelligentie), met daarbij de vraag of in een vroeg stadium door gedragsverandering dementie reeds te detecteren is. Verder kan automatisering de beginnend dementerende ondersteunen bij dagdagelijkse routines. Naarmate een zelflerend systeem meer begrijpt van de patiënt en de context is ‘hulp op maat’ een reëel perspectief waardoor kosten van verzorging mogelijk omlaag gaan en kwaliteit van leven omhoog gaat.

1.3. Maatschappelijke thema Energietransitie en Duurzaamheid

In veel van de meerjarige missie-gedreven innovatieprogramma's (MMIPs) in deze sector komen modelleren, voorspellen en optimaliseren als een rode draad terug. Tevens richt de sector zich in toenemende mate op het ontwikkelen van digital twins, waarbij simulatie en controle kunnen plaatsvinden in een digitale kopie van fysieke installaties, met AR/VR voor (gedeelde) bediening en controle. Big data en artificiële intelligentie kunnen ingezet worden voor o.m. geautomatiseerde monitoring en voorspellingen omtrent levensduur. Vanwege het grote aantal MMIPs bespreken we hier de MMIPs waaraan ICT met name een vernieuwende bijdrage kan leveren. Bijdragen aan de MMIPs *Duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving*, *CO₂-vrij industrieel warmtesysteem*, *Klimaat neutrale productie food en non-food*, en *Circulair - van bezit naar gebruik* kunnen onder dezelfde noemer gevat worden.

MMIP: Hernieuwbare elektriciteit op zee.

Digitalisering draagt bij aan systeemoplossingen waarin sensoren, actuatoren in de vorm van robotica, communicatie, data en security bij elkaar komen. Dankzij geavanceerd monitoren en data analyse kunnen complexe modellen ontwikkeld worden waarmee voorspellingen gedaan kunnen worden voor de opwekking van energie. Robotica en controle op afstand is noodzakelijk in deze mens-onvriendelijke omgevingen. Hierbij wordt hybride artificiële intelligentie (de combinatie van machine leren op verzamelde data en bestaande modellen) en menselijke controle-op-afstand ingezet.

MMIP: Het energiesysteem binnen de gebouwde omgeving in evenwicht.

Opgewekte zonne-energie wordt nu nog terug geleverd aan het net waardoor er ook energie verloren gaat. Projecten als Jouliette laten zien dat de combinatie van blockchain en zonnepanelen ervoor kan zorgen dat opgewekte energie lokaal tegen betaling wordt herverdeeld. Hierbij is interoperabele en gestandaardiseerde data uitwisseling noodzakelijk. Dit Amsterdamse experiment krijgt vervolg in Groningen en – mogelijk – in Den Haag. Een combinatie van voldoende zonnepanelen en een dynamisch marktmechanisme voor onderlinge verrekening aangevuld met energieopslag (batterijen) zouden wijken op het gebied van elektriciteit volledig zelfvoorzienend kunnen maken.

MMIP: Innovatieve aandrijving en gebruik van duurzame energiedragers voor mobiliteit.

In de mobiliteitssectoren spelen slim laden en een efficiënte nationale oplaadinfrastructuur – inclusief vehicle-to-grid-technologie – een essentiële rol. Dit vergt optimale systeemintegratie, met de inzet van artificiële intelligentie en autonome energiemarktmechanismen. Om flexibel te kunnen inspelen op de vraag naar oplaadcapaciteit is efficiënte en privacy-beschermd monitoring en tracking van voertuigen wenselijk, waarvoor verdere ontwikkeling van de 5G en cloud/edge processing infrastructuur faciliterend is.

MMIP: Doelmatige vervoersbewegingen voor mensen en goederen.

Het mobiliteitssysteem is uiterlijk in 2050 met ICT en emissievrije energie geïntegreerd (ACCESS: automated, connected, electric, shared, safe, secure) en is toegankelijk voor een ieder. Dankzij smart mobility benut het mobiliteitssysteem de beschikbare infrastructuurcapaciteit optimaal en is de verkeersveiligheid van het systeem maximaal. Omdat het mobiliteitssysteem steeds meer vervlochten raakt met het ICT netwerk, datamanagement en het energiesysteem, moet worden ingezet op optimale systeemintegratie en cybersecurity van de netwerken en het databeheer. Daarbij maken big data en artificiële intelligentie, veelal in combinatie met gedragswetenschappelijk onderzoek, efficiëntere vervoersbewegingen mogelijk. Technieken als virtueel vergaderen dragen bij aan het verlagen van aantal vervoersbewegingen. In de logistiek is een reductie van de administratieve lasten, efficiënter transport en goedkopere aanpalende services, zoals verzekeringen mogelijk door de inzet van blockchain.

MMIP: Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem.

Robuustheid veronderstelt een systeemaanpak waar veiligheid integraal in wordt meegenomen. In toenemende mate worden digital twins daarvoor ingezet als simulatiemodel. Hierbij zijn niet alleen technologische aspecten van belang, zoals de onderliggende infrastructuur en netwerkstructuur, maar ook simulatiemodellen voor het menselijk gedrag met het oog op de energievraag en marktmodellen.

1.4 Maatschappelijke thema Veiligheid

Centraal bij veel missies in dit domein zijn gesynchroniseerde informatiesystemen waarin big data, interoperabiliteit, data fusie en artificiële intelligentie bijeengebracht worden. Zowel snelheid van het besluitvormingsproces, bijvoorbeeld in crisissituatie, als transparantie en uitlegbaarheid zijn kernaspecten van een dergelijk genetwerkt systemen. Vanwege het grote aantal missies bespreken we hier de missies waaraan ICT met name een vernieuwende bijdrage kan leveren. Bijdragen aan de missies *Volledig genetwerkte krijgsmacht*, *Selectie en training van veiligheidsprofessionals*, *Integrale aanpak van georganiseerde criminaliteit*, *Adaptieve krijgsmacht*, en *Maritime Hightech for Secure High Seas* kunnen onder dezelfde noemer gevat worden.

Missie: In 2028 heeft Nederland een operationeel inzetbare ruimtevaart capaciteit (satellieten, grondsegment, informatieverwerking) voor defensie en veiligheid.

Deze missie vereist een operationeel systeem voor informatieverwerking en datafusie ten behoeve van situational awareness, surveillance en tracking diensten. Met anomalie detectie kan snel worden gereageerd op dreigingen vanuit de ruimte, zoals near earth object en space weather. Kenmerkend hierbij is dat de dataklassen zeer asymmetrisch zijn.

Missie: In 2030 hebben alle veiligheidsprofessionals en organisaties de beschikking over data intelligence technologie die hen helpt bij observatie, analyse, besluitvorming en handelen.

Om data intelligence voor alle professionals mogelijk te maken, is het noodzakelijk big data niet alleen te verzamelen, maar ook bijeen te brengen, te analyseren en samen te voegen. Hierbij is een uitdaging data alleen te gebruiken voor bestemde doelen, en dus met behoud van privacy en vertrouwelijkheid van gegevens, terwijl wel een veiligheidsrisico gedetecteerd moet worden. Hiervoor kan zowel 'multi-party computation' als 'AI algoritme naar de data brengen' ingezet worden. Real-time datafusie en analyse wordt gevolgd door de inzet van artificiële intelligentie waarbij de veiligheidsprofessional in alle omstandigheden een eigen afweging moet kunnen maken om tot handelen over te gaan. Dit legt expliciete eisen op aan de uitlegbaarheid van de gebruikte methoden.

Missie: Nederland is een digitaal veilige plek om te wonen en werken. Nederland staat binnen vijf jaar in de top 10 van zowel de Global Cybersecurity Index als de National Cyber Security Index.

Nederland moet een goede technologiepositie hebben om digitaal veilig te kunnen zijn en cybercrime aan te kunnen pakken. Enerzijds omvat dit het ontwikkelen van een eigenstandige kennisbasis en talentpool om cybersecurity vraagstukken aan te kunnen blijven pakken en veilige systemen te kunnen ontwikkelen, zoals

cyber threat intelligence, security-by-design en quantum safe cryptografie. Anderzijds is het voor inherent veilige digitalisering ook noodzakelijk ingekochte security technologie te kunnen valideren. Daarnaast moeten industriële producten inherent veilig zijn, dit vraagt in het bijzonder om end-to-end system security voor complexe high-tech systemen van Nederlandse bodem.

1.5 Maatschappelijke thema Landbouw, Water en Voedsel

Voor veel van de missies in deze sectoren is data-gebaseerde technologie beschikbaar. Het ontbreekt echter aan een 'master plan', waardoor data-gedreven diensten en ketenoptimalisatie met gebruikmaking van gedeelde kritische data niet goed op gang komt. Het *Hightech-to-feed-the-world* cross-sectoraal innovatieprogramma kan hierin katalyserend werken. Missies richten zich ook op het begrijpen van het totale landbouw-water en voedselsysteem zodat via de juiste interventies gekomen kan worden tot een duurzame, klimaat-neutrale en gezonde balans. Hiervoor zullen geavanceerde monitoringssystemen en simulatiemodellen verder ontwikkeld moeten worden. Vergelijkbare vraagstukken en aanpakken doen zich voor bij het vinden van een balans tussen ecologische draagkracht en waterbeheer van mariene wateren, rivieren, meren en estuaria. Vanwege het grote aantal missies bespreken we hier de missies waaraan ICT met name een vernieuwende bijdrage kan leveren. Bijdragen aan de missies *Klimaat-neutrale landbouw en voedselproductie*, en *Duurzame Noordzee, oceanen en binnenwateren* kunnen onder dezelfde noemer gevat worden.

Missie: In 2030 is in de land- en tuinbouw het gebruik van grondstoffen en hulpstoffen substantieel verminderd en worden alle eind- en restproducten zo hoog mogelijk verwaard. De emissies naar grond- en oppervlaktewater zijn tot nul gereduceerd. Ecologische omstandigheden en processen vormen het vertrekpunt voor voedselproductie waardoor biodiversiteit zich herstelt en de landbouw veerkrachtiger wordt.

Digitalisering maakt het mogelijke om precisie-landbouw te realiseren, waarmee biodiversiteit en duurzame productie versterkt kunnen worden. Digitalisering kan ook bijdragen aan de productie van gezonde, duurzame alternatieven waardoor de ecologische footprint verbeterd wordt. Daarvoor worden technologieën ingezet zoals sensoren, Internet of Things, netwerktechnologie, digital twinning, big data en artificiële intelligentie. Het vertrouwd kunnen delen van data tussen alle partijen in de sector is hierbij een noodzakelijke voorwaarde voor data-gedreven oplossingen. Met behulp van verzamelde data kunnen ook modellen worden verkregen voor de relaties tussen voedselproductie, klimaat-neutraliteit en gezondheid. Tenslotte kunnen online platformen nieuwe businessmodellen ontsluiten, b.v. voor regionale en kleinschalige productie.

Missie: Nederland is in 2050 klimaatbestendig en water-robust.

Om vraag en aanbod van water beter beheersbaar te maken kan digitalisering bijdragen meet- en regeltechnieken, modelleninformatie-systemen en operationele beheerssystemen. Om voorspellende modellen te maken komen sensortechnologie, big data en artificiële intelligentie bij elkaar, vergelijkbaar aan hetgeen nodig is voor precisie-landbouw.

Missie: In 2030 produceren en consumeren we gezond, veilig en duurzaam voedsel en verdient de boer een eerlijke prijs.

Dankzij digitalisering wordt het mogelijke de consument nog beter te informeren over gezonde keuzes, een innovatie die ook speelt bij missies op het gebied van gezondheid en zorg. Door verantwoord data te verzamelen en te analyseren wordt inzicht verkregen in de relaties die er zijn tussen voedsel en gezondheid. Slimmer omgaan met inkoop van voedsel kan bovendien verspilling tegengaan. Op vergelijkbare wijze kan onderzocht worden in hoeverre bepaalde voedingsmaatregelen daadwerkelijk effect sorteren op gezondheid. Tevens kan de samenhang tussen voedselproductie, gezondheid en klimaat verder bestudeerd worden.

Missie: Nederland is en blijft de best beschermde delta ter wereld, ook na 2100, door het tijdig -op basis van klimaatscenario's en knipunktanalyses- nemen van toekomstbestendige en integrale maatregelen tegen beheersbare kosten.

Onze dijken zijn onderdeel van een kritische infrastructuur. Sensing, monitoring en interpretatie van data helpen inzicht verschaffen in de gesteldheid van die infrastructuur en tijdig signaleren of zich risico's aan het opbouwen zijn die, mits tijdig aangepakt, eenvoudig te verhelpen zijn, daardoor veel kosten besparen. Omdat het hier kritische infrastructuur betreft zijn cyber-security en tamper-proofness van groot belang.

Missie of MMIP	ICT doel	ICT technologie
Gezondheid en Zorg (algemeen)	Sector omvattende datadeel infrastructuur. Vastleggen van informed consent. Uitlegbaarheid en veiligheid van algoritmen.	Gestandaardiseerde data-uitwisseling. Blockchain, transparantie, privacy, security, tamper-proof architectuur en algoritmen.
In 2030 is de ziektelast als gevolg van een ongezonde leefstijl en ongezonde leefomgeving met 30% afgenomen.	Gepersonaliseerde adviezen en inzichten. Ondersteuning door sociale netwerken.	Sensor technologie, big data, artificiële intelligentie.
In 2030 wordt 50% meer zorg in de eigen leefomgeving (in plaats van in zorginstellingen) georganiseerd samen met het netwerk rond mensen.	Dialogosystemen voor patiënt en hulpverleners.	Big data analyses, artificiële intelligentie.
In 2030 is het percentage chronisch zieken dat niet naar vermogen mee kan doen in de maatschappij met 25% afgenomen.	Personalized medicine en monitoring.	Big data gedreven services.
In 2030 is de ziektelast als gevolg van dementie met 50% afgenomen.	Detectie van gedragsverandering. Dialogosystemen voor ondersteuning bij dagelijkse routine.	Sensor technologie, big data, artificiële intelligentie.
Energietransitie en Duurzaamheid (algemeen)	Modelleren, voorspellen en optimaliseren van de energie en voedselproductie, als ook het transport daarvan en de kosten-opbrengsten verdeling.	Systeemarchitectuur, big data en artificiële intelligentie binnen real-time regelsystemen en simulaties.
Hernieuwbare elektriciteit op zee.	Monitoring, voorspelling van energie productie, remote controle en robotica.	Systeemintegratie, hybride artificiële intelligentie, mens in-de-lus.
Het energiesysteem binnen de gebouwde omgeving in evenwicht.	Efficiënte verdeling van lokaal opgewekte energie.	Blockchain, gestandaardiseerde data uitwisseling.
Innovatieve aandrijving en gebruik van duurzame energiedragers voor mobiliteit.	Slim laden, efficiënte oplaaginfrastructuur, energiemarkten.	Systeemintegratie, artificiële intelligentie, blockchain.
Doelmatige vervoersbewegingen voor mensen en goederen.	Automated, connected, electric, shared, safe, secure mobiliteitssysteem. Efficiënter transport.	Systeemintegratie en cybersecurity. Big data, artificiële intelligentie, blockchain.
Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem.	Digital twin simulatiemodellen voor systeem, menselijk gedrag en markten.	Big data gedreven simulaties.
Veiligheid (algemeen)	Ondersteunen van de organisatie en professional in efficiëntie en effectiviteit van optreden op basis van verzamelde data en intelligence.	Big data, interoperabiliteit, data fusie en artificiële intelligentie. Transparantie en uitlegbaarheid van algoritmische adviezen.
In 2028 heeft Nederland een operationeel inzetbare ruimtevaart capaciteit (satellieten, grondsegment, informatieverwerking) voor defensie en veiligheid.	Operationeel systeem voor informatieverwerking en datafusie.	Anomalie detectie op basis van sterk asymmetrische dataklassen.
In 2030 hebben alle veiligheidsprofessionals en organisaties de beschikking over data intelligence technologie die hen helpt bij observatie, analyse, besluitvorming en handelen.	Ondersteuning van professionals in het maken van real-time veiligheidsanalyses.	Data analyse, visualisatie. artificiële intelligentie, uitlegbaarheid.
Nederland is een digitaal veilige plek om te wonen en werken. Nederland staat binnen vijf jaar in de top 10 van zowel de Global Cybersecurity Index als de National Cyber Security Index.	Aanpak van cybercrime en digitaal veilige infrastructuur.	Technologische kennisbasis in de breedte. Security-by-design, cyber threat intelligence, quantum safe cryptografie.
Landbouw, Water en Voedsel (algemeen)	Ketenoptimalisatie en ondersteuning van een sectoraal masterplan. Monitoring en simulatie van sectorale systemen.	Vertrouwd delen van data. Data-gedreven simulaties.
In 2030 is in de land- en tuinbouw het gebruik van grondstoffen en hulpstoffen substantieel verminderd en worden alle eind- en restproducten zo hoog mogelijk verwaard. De emissies naar grond- en oppervlaktewater zijn tot nul gereduceerd. Ecologische omstandigheden en processen vormen het vertrekpunt voor voedselproductie waardoor biodiversiteit zich herstelt en de landbouw veerkrachtiger wordt.	Mogelijk maken van precisie landbouw. Modelleren en simuleren van onderlinge afhankelijkheden in en effecten van voedselproductieketens.	Sensor technologie, Internet of Things, netwerktechnologie, big data en artificiële intelligentie. Vertrouwd delen van data.
Nederland is in 2050 klimaatbestendig en water-robuust.	Voorspelling ten behoeve van de beheersing van vraag en aanbod van water.	Sensortechnologie, big data en artificiële intelligentie.
In 2030 produceren en consumeren we gezond, veilig en duurzaam voedsel en verdient de boer een eerlijke prijs.	Inzicht relaties tussen voedsel en gezondheid. Tegengaan van verspilling.	Verantwoord data verzameling en analyse.
Nederland is en blijft de best beschermde delta ter wereld, ook na 2100, door het tijdig -op basis van klimaatscenario's en knippuntanalyses- nemen van toekomstbestendige en integrale maatregelen tegen beheersbare kosten.	Monitoring en voorspelling van dijken als kritische infrastructuur.	Sensing, monitoring en interpretatie van data. Cybersecurity en tamper-proofness van de architectuur.

2. MeerjarenProgramma's (MJPs) voor Digitale Sleuteltechnologieën

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de meerjarige samenwerkingsprogramma's (MJPs) die worden voorgesteld in de categorie digitale sleuteltechnologieën. In het kader van het Nederlandse kennis- en innovatiebeleid sleuteltechnologieën als volgt gedefinieerd.

Een sleuteltechnologie is een technologie die gekenmerkt wordt door een breed toepassingsgebied of bereik in innovaties en/of sectoren. Ze zijn essentieel bij het oplossen van maatschappelijke uitdagingen en/of leveren een grote potentiële bijdrage aan de economie, door het ontstaan van nieuwe bedrijvigheid en nieuwe markten, het vergroten van de concurrentiekracht, en het versterken van de banengroei. Sleuteltechnologieën maken baanbrekende proces-, product- en/of diensteninnovaties mogelijk. Sleuteltechnologieën zijn relevant voor de wetenschap, maatschappij en de markt.

De hier voorgestelde MJPs hebben alle versnelling nodig en zijn urgent, omdat ze bijdragen aan de missies en MMIPs van de maatschappelijke thema's in vorig hoofdstuk en omdat ze het verdienvermogen en de concurrentiekracht van de Nederlandse economie versterken.

2.1. Nationaal Artificiële Intelligentie (AI) Onderzoekscentrum

1. Dit nieuwe meerjarenprogramma behoort tot het cluster: **Digital technologies**.

2. Welke sleuteltechnologie(ën) staa(t)n centraal: **Artificiële intelligentie**

3. *Positie NL.*

Het recente rapport *AINED: AI voor Nederland* geeft aan dat Nederland nog altijd een goede uitgangspositie heeft voor AI in termen van de uitstekende kennisbasis die sinds de beginjaren van AI is opgebouwd, hoge benchmark score in de AI readiness index, hoge government AI readiness index, sterke privaat-publieke samenwerking, en uitstekende internet infrastructuur. Tegelijkertijd moet worden geconstateerd dat Nederland – en Europa als geheel – het leiderschap kwijt is aan USA, China, UK, en Canada. AI onderzoek, ontwikkeling en toepassing in deze landen versnelt en Nederland raakt achter. We zijn onvoldoende aantrekkelijk voor talent, de wetenschappelijk voorsprong verdwijnt, er is onvoldoende opleidingscapaciteit, onvoldoende geschikte data, onzekere regelgeving, de overheid is nog lokaal en kleinschalig bezig, en ten opzicht van andere leidende economieën is er in Nederland over het algemeen veel aandacht voor risico's en bedreigingen in plaats van kansen en mogelijkheden. Met de wereldwijde ontwikkelingen op AI zullen bedrijven en talent alleen in Nederland (blijven) vestigen als de positie van ons land op al deze punten versterkt en er onderzoek van wereldklasse plaatsvindt. Gegeven de enorme impact van de AI technologie is het essentieel dat Nederland zelf een AI kennispositie onderhoudt, met drie doelen: urgent positiebehoud van Nederlandse bedrijven die door internationale competitie bedreigd worden; versnellen van oppakken van kansen van AI in sectoren die voor Nederland cruciaal en Europees onderscheidend zijn; grip op (on-)mogelijkheden, werking, impact van, en interactie met (geïmporteerde) AI oplossingen zoals bijvoorbeeld door sociale media maar ook embedded platformen (autonoom rijden, fenotypering, etc.).

4. *Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling.*

Het doel van het nationale onderzoekscentrum is om de Nederlandse AI kennisbasis te versterken, en Nederland aantrekkelijker te maken voor AI talent en organisaties met eigenstandig AI R&D. Het onderzoekscentrum is de belangrijkste polsstok om aansluiting te behouden met de Europese AI ontwikkelingen, met als motto: Europees denken, Nederlands doen. Hierbij wordt als nevendoeel gesteld het verwerven van één van de Europese onderzoekscentra in het kader van het CLAIRE of ELLIS initiatief, zoals die momenteel onder bespreking zijn met de Europese Commissie. Het nationale AI onderzoekscentrum wordt bottom-up vormgegeven als een netwerk van privaat-publieke AI-laboratoria van wereldklasse. Aan de private/overheidskant participeren partijen voor wie AI kennis en innovatie van internationaal niveau belangrijk en urgent is, en die een groot privaat financieel commitment kunnen en willen afgeven. Aan de kennisinstellingskant participeren organisaties die wereldwijd erkende expertise hebben op het gebied van de AI wetenschap en valorisatie. In de kern omvat het onderzoekscentrum uiteindelijk 30-40 samenhangende vraag-gestuurde onderzoekslaboratoria bij verschillende kennisinstellingen over heel Nederland.

Dit MJP voor het nationale AI onderzoekscentrum zal langs vier lijnen ontwikkeld worden, te weten:

- de organisatie van het onderzoekscentrum als gecoördineerd en samenhangend netwerk/federatie van langjarige samenwerkende privaat-publieke AI-laboratoria met mobiliteit van personeel en disseminatie naar het bedrijfsleven en maatschappij;
- een groot funderend kennisprogramma vormgegeven als een verzameling van AI laboratoria van formaat, elk gericht op specifieke fundamentele AI vraagstukken in samenwerking met overheid en bedrijfsleven. Wetenschappelijk onderzoek richt zich op AI-methoden (informatica, wiskunde), op AI-randvoorwaarden (ethisch, juridisch, sociaal – ELSI), op AI-impact (maatschappelijk en economisch), of (waar mogelijk en gewenst) combinaties daarvan. Richtinggevend hierbij zal zijn de NWO AI-kennisagenda die momenteel ontwikkeld wordt. De recente ontwikkelingen van de NWA route big data, het VWData en Commit2Data programma leveren inspiratie voor een apart multidisciplinair programma. Centraal staan drie aanpakken die voor Nederland en Europa kenmerkend zijn, te weten:

(a) brede technologische kennisbasis omdat AI in alle verschijningsvormen – van data-gedreven AI tot optimalisatie en verregaande automatisering met AI – geïntroduceerd zal worden, en van geavanceerde recommenders in de service industrie tot real-time systemen in de high-tech industrie; (b) leren met beperkte, heterogene, kwetsbare en gedistribueerde data; (c) mens- en toepassings-oriëntatie van de oplossing om zo transparante, uitlegbare, en verantwoorde AI centraal te kunnen stellen, zelfs als de AI oplossingen zelf geïmporteerd worden.

- een valorisatieprogramma om de afgeronde kennis in het centrum nationaal te dissemineren naar specifieke (MKB) bedrijven en start/scale-ups die kort-cyclischer werken dan de privaat-publieke AI laboratoria die het onderzoekscentrum bestaansrecht, snelheid en internationale zichtbaarheid geven. De beschikbaarheid van een AI-infrastructuur (data, computing) is daarbij voor MKBs een belangrijke randvoorwaarde). Bestaande tech-incubators (StartupDelta, Yes!Delft, UtrechtInc, EindhovenEngine, ACE incubator, StartLife) spelen daarbij een belangrijke rol als landingsplaats voor ondernemende studenten en gepromoveerden.
- een outreach en profileringsprogramma om aansluiting bij vergelijkbare Europese initiatieven te onderhouden, ook op nationaal niveau in de vorm van publieke en publiek-private proeftuinen in voor Nederland relevante maatschappelijke missiedomeinen als landbouw, voeding en gezondheid.

5. *Ecosysteem.*

Het AI ecosysteem in Nederland is groot en groeiend. Vrijwel alle kennisinstellingen investeren al geruime tijd in fundamenteel en toegepast onderzoek van AI en data analytics, en deze trend zet zich voort in de investeringen binnen de sectorplannen van OCW. Ook andere disciplines, zoals maatschappijwetenschappen, economie, en ethiek en recht, richten zich op effecten en randvoorwaarden voor succesvolle toepassing van AI in maatschappij en economie. Als kern voor het nationale AI centrum fungeren momenteel drie ontwikkelingen:

- het ICAI – innovatiecentrum voor AI – met daarin reeds nu een tiental privaat-publieke AI-laboratoria volledig door de partners gefinancierd en de additionele PPS toeslag. De meeste private financiering komt uit grotere nationale en internationale bedrijven die met AI topwetenschappers bij universiteiten werken op specifieke onderwerpen en de AI- talentpool bij universiteiten aanboren Kenmerkend voor dit cluster is het toenemende belang van de ontwikkeling van AI technologie in een verantwoorde context en hybride oplossingen waarin mens en AI samenwerken.
- regionaal ontstaan initiatieven die sterk verbonden zijn met lokale sterkten. Op termijn kunnen uit deze initiatieven één of meer privaat-publieke AI-laboratoria (ICAI) ontstaan. Rond veel UMCs (Leiden, Rotterdam, Amsterdam, Nijmegen, Groningen) worden bestaande relaties verbreed en versterkt met AI-technologie, bv voor beelddiagnose, Rond Den Haag zal het veiligheidscluster zich gaan richten op AI en (cyber)security in samenwerking met overheden en veiligheidsorganisaties. Rond Eindhoven ontwikkelt het brainport ecosysteem zich richting 'Artificial Intelligence 4 Engineering' gebaseerd op sensor-data uit machines. In de periferie van Wageningen bestaan initiatieven waarbij AI wordt toegepast in de agrarische sectoren en in het voedingssysteem.
- het publiek-gefinancierde consortium rond de NWA route big data en het VWData startimpulsprogramma (tot eind 2020) onder aansturing van het route management/stuurgroep VWData. Kenmerkend voor dit cluster is de combinatie van informatica, ethiek en recht, en de toepassingsdomeinen gezondheidszorg, veiligheid, en nieuwsmedia.

Juist bij de eerste twee genoemde ontwikkelingen spelen grotere private partijen een belangrijke rol omdat juist voor hen de ontwikkelingen rond AI van cruciaal belang voor toekomstige business en thuisbasis in Nederland is, zoals AHOLD DELHAIZE, ING, ELSEVIER, ASML, NXP, VDL, VANDERLANDE, BOSCH. Bovengenoemde clusters stemmen hun ontwikkelingen af met de recent geïnstalleerde taskforce, het topteam ddd, en het nationale strategisch actieplan voor AI (SAPAI). Daarbij wordt actief geschakeld met applicatiedomeinen met een sterke organisatiegraad op het vlak van vertaling van AI en big data technologie naar toepassing in de wetenschappelijke, maatschappelijke en economische praktijk. Dit is cruciaal voor talentontwikkeling en absorptievermogen in maatschappelijke sleuteldomeinen.

6. *Organiserend vermogen.*

De ontwikkelingen en governance van AI zijn dynamisch en nog pas recent op gang gekomen. De taskforce AI en de SAPAI zijn verantwoordelijk voor de nationale AI strategie. Binnen het *Nationale AI*

onderzoekscentrum is ICAI initiatiefnemer en penvoerder voor het samenhangende netwerk van privaat-publieke laboratoria. Veel van deze laboratoria komen bottom-up tot stand, voortbouwend op jarenlange bestaande relaties en regionale ecosystemen. Voor het nog te vestigen outreach, profileringsprogramma en valorisatieprogramma zal de governance maatwerk vergen afhankelijk van de financiering en voorwaarden. Het ligt voor de hand om de uitvoering van een kennisprogramma in handen te geven van NWO, en de Europese netwerk aansluiting zoals CLAIRE/ELLIS in handen van OCW/EZK te leggen.

7. *Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn.*

In de vernieuwende bijdragen vanuit de ICT aan de maatschappelijke missies komt AI in alle vier missies expliciet voor. Juist de genoemde vraagstukken (brede technologische kennisbasis, beschikbaarheid van beperkte, heterogene, kwetsbare en gedistribueerde data, mens- en toepassingsoriëntatie van de oplossing) komen in een groot aantal missieprogramma's en missie-KIAs terug. De kansen op maatschappelijke impact zijn daarom uitstekend. Hierbij is opgemerkt dat naast technologische voortgang in deze sleuteltechnologie, ook aan andere voorwaarden voldaan zal moeten worden, zoals ontsluiting en versterking van interoperabiliteit van data, adequaat beleid en waar nodig wetgeving in nauwe koppeling met de technologie volgens het learning-by-doing principe. Waar deze ontwikkelingen hand-in-hand gaan met gelijktijdige AI- en Big Data-talentontwikkeling in applicatie-domeinen zal AI de grootste maatschappelijke impact genereren.

8. *Kans op economische impact op korte en lange termijn.*

Reeds nu investeren private partijen grootschalig in de privaat-publieke ICAI-laboratoria, met name die partijen voor welke AI kennis en innovatie niet alleen belangrijk maar zeer urgent is. Er is geen vakgebied dat wereldwijd zoveel investeringen aantrekt, en dat tot transformatie van vele industrieën zal leiden. De geschatte economische impact is reeds enorm en zal nog sterk toenemen. Typerend binnen de ICAI laboratoria is dat onderzoeks- en toepassingsmomentum wordt opgebouwd samen met de private partijen voor TRL 1 tot 5; in sommige gevallen zijn ook tech-incubators betrokken. De verwachting is dat met de groei van het nationale AI onderzoekscentrum de investeringsbereidheid alleen maar toeneemt. Impact van AI ligt voor de meeste van de private partijen binnen 5 jaar, simpelweg omdat internationaal deze bewegingen ook zo snel gaan.

9. *Krachtenbundeling.*

Regionaal zetten steeds meer partijen in op AI, juist om voldoende talent te kunnen behouden en aantrekken. Deze krachtenbundeling is voornamelijk bescheiden. In Europese context zijn aansluiting bij de zich ontwikkelende kennisnetwerken CLAIRE en ELLIS van groot belang. Nederlandse partijen zijn goed voorgesorteerd en hebben de ambitie om een leidende rol te spelen, maar daarvoor is op momenteel nog niet aan de noodzakelijke budgettaire voorwaarden voldaan. Ten opzichte van de ons omringende landen heeft Nederland nog veel in te halen. Bijvoorbeeld in Duitsland en Frankrijk zijn grote budgetten beschikbaar gesteld om daadwerkelijke krachtenbundeling en –vergroting mogelijk te maken.

Dit MJP is kritisch afhankelijk van de krachtenbundeling met de vijf versnellingsdoelen uit het AINED rapport. Implementatie van alleen dit MJP is onvoldoende om AI in Nederland met impact te kunnen positioneren. Nederland moet haar onderwijscapaciteit op AI en informatica vergroten, moet toegang tot waardevolle publieke data betere regelen, moet stimuleringsmaatregelen nemen om bedrijven door te laten groeien, moet de overheid als launching customer positioneren, en moet een positie innemen rond AI wet en regelgeving.

10. *Cross-over karakter.*

Een MJP dat zich richt op een nationaal onderzoekscentrum van wereldklasse zal de beste onderzoekers bijeenbrengen. Dat betreft onderzoekers aan de AI wetenschap en technologie zelf – vooral informatici en data scientists – maar ook onderzoekers uit de disciplines economie, life sciences, maatschappijwetenschappen, ethiek en recht. In elk van deze disciplines roept AI fundamentele vragen op: waar opportuun zijn combinaties van disciplines wenselijk. Omdat AI vrijwel alle bedrijfstakken en sectoren van de maatschappij zal raken, zijn cross-overs met alle denkbare organisatie mogelijk die AI innovatiebehoefte van internationaal niveau hebben. Consortia gevormd in de afgelopen jaren onder de

Commit/ en Commit2Data topsector programma's en NWA VWData vormen belangrijke bouwstenen voor de koppeling met andere wetenschapsdisciplines in dit MJP. Naar verwachting zal in de komende jaren de fundamentele ontwikkeling op het gebied van AI – in het bijzonder machines learning – ook de ontwikkeling van exacte wetenschappen en computationele engineering gaan in hoge mate gaan beïnvloeden.

11. Benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2024

Bron	Totaalbedrag (in mln EUR per jr)	Waarvan reeds gecommiteerd	Waarvan te mobiliseren
<i>Private middelen</i>	24.3	5.8	18.5
<i>PPS toeslag</i>	7	1.75	5.25
<i>TO2 middelen</i>	2.5		2.5
<i>NWO</i>	25	6.5	18.5
<i>Universiteiten/hogescholen</i>	16.75	12	4.75
<i>Regionale middelen (provincie, gemeente)</i>			
<i>Departementale middelen</i>	6.75		6.75
<i>EU middelen</i>	5	1	4
<i>ROMs en InvestNL</i>			
<i>Anders, namelijk:</i>			
Totaal bedrag	87.3	27.05	60.25

2.2. Nederland Werkt in Slimme Ketens aan Artificiële Intelligentie (AI)

1. Dit nieuwe meerjarenprogramma behoort tot het cluster: **Digital technologies**.

2. Welke sleuteltechnologie(ën) staa(t)n centraal: **Artificiële intelligentie**

3. *Positie NL.*

Het recente rapport *AINED: AI voor Nederland* geeft aan dat Nederland nog altijd een goede uitgangspositie heeft voor AI in termen van de uitstekende kennisbasis die sinds de beginjaren van AI is opgebouwd, hoge benchmark score in de AI readiness index, hoge government AI readiness index, sterke privaat-publieke samenwerking, en uitstekende internet-infrastructuur. Verschillende sectoren hebben allerlei midden- en klein bedrijf (en relatief veel start-ups) die zich richten op het toepassingsklaar maken van de technologie voor nieuwe mogelijkheden. Tegelijkertijd moet worden geconstateerd dat Nederland – en Europa als geheel – het leiderschap kwijt is aan USA, China, UK, en Canada. AI onderzoek, ontwikkeling en toepassing in deze landen versnelt en dat Nederland raakt achter. We zijn onvoldoende aantrekkelijk voor talent, de wetenschappelijk voorsprong verdwijnt, er is onvoldoende opleidingscapaciteit, onvoldoende geschikte data, onzekere regelgeving, de overheid is nog lokaal en kleinschalig bezig, en ten opzichte van andere leidende economieën is er in Nederland over het algemeen veel aandacht voor risico's en bedreigingen in plaats van kansen en mogelijkheden. Juist in sectoren die voor Nederland van essentieel maatschappelijk en economisch belang zijn, waar we een goede uitgangsposities hebben en waarin waardeketens onder invloed van de AI technologie zullen veranderen, moet Nederland regie in eigen hand houden. Dit omvat minstens de sectoren gezondheid, veiligheid, agri-horti-food, mobiliteit, en high-tech. Dit vergt dat Nederland zelf AI fundamentele en toepassing-georiënteerde kennispositie onderhoudt door het oppakken van kansen van AI in sectoren die voor Nederland cruciaal en Europees onderscheidend zijn. En om aan de slag te gaan met de vraag hoe Nederland grip kan houden op (on-)mogelijkheden, werking, en impact van geïmporteerde AI oplossingen zoals door bv platformen wordt aangeboden.

4. *Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling.*

Het meerjarenprogramma richt zich op het tot stand brengen van sectorale innovaties onder andere in het kader van de maatschappelijke missies, voor die sectoren die voor Nederland van essentieel belang zijn, en waar Nederland in Europese context onderscheidend kan zijn. In het rapport *AINED: AI voor Nederland* wordt voorgesteld een start te maken met de sectoren gezondheidszorg, agri-horti-food, veiligheid en mobiliteit. Ook andere sectoren zijn van belang, zoals de high-tech en fintech sector. De uitdaging in veel van deze sectoren is dat waardeketens complexer en internationaler worden, dat partijen onderling verbonden zijn niet alleen in hun producten of diensten, maar juist ook door gelieerde data die veelal door verschillende partijen verzameld wordt, en dat partijen van buiten de sector maar mét AI kennis in toenemende mate een centralere rol zullen innemen. Data speelt daarom een game-changer rol, terwijl data veelal (nog) niet voldoende gedeeld wordt vanwege (vermeend) competitief voordeel. Schaalbare oplossingsrichtingen liggen in het gedistribueerd toegankelijk en interoperabel maken van data conform internationale domein standaarden, waarbij de mondiaal omarmde FAIR principes een belangrijke rol spelen

Het meerjarenprogramma *Nederland Werkt in Slimme Ketens aan Artificiële Intelligentie* zal langs vier lijnen ontwikkeld worden.

- Voor de sectorale ketens worden publiek-private onderzoeks- of valorisatieprojecten ontwikkeld die de introductie van AI en de specifieke uitdagingen in de sector adresseren. Dit kan in de vorm van ketenpilots, competities, vraag-gestuurd onderzoek, of anderszins. Hierbij kan de vraagstelling voortkomen uit een specifieke sectorale economische uitdaging. Bijvoorbeeld, hoe kan de werking, levensduur, of efficiëntie van een onderdeel in een high-tech systeemketen geoptimaliseerd worden met AI? Of hoe kan gewasmanagement met lerende robots tot hoger rendement leiden en met minder brandstof? Kan de hoeveelheid afval in voedselketens worden verminderd met AI en kunnen die afvalstromen worden teruggebogen om de kringlopen efficiënt te sluiten? De vraagstelling kan ook voortkomen uit specifieke maatschappelijke uitdagingen, die veelal door de maatschappelijke missies geïnspireerd zijn. Bijvoorbeeld, hoe kan AI in de gezondheidssector worden ingezet voor persoonlijke

gezondheid van de burger (juiste voeding voor het individu, preventie van ziekte, de juiste zorg op de juiste plaats, mogelijkheid voor zelfdiagnose in de thuissituatie van de burger)? Onder andere op het vlak van persoonlijke gezondheid staan uitdagingen centraal zoals het ontdekken van causaliteit (waarom moet dat in mijn geval zo? wat is de oorzaak hiervan – explainable AI?) en het faciliteren van verantwoord gebruik van persoonlijke gegevens (wie mag welke gegevens wanneer gebruiken onder welke voorwaarden). Gezien de positie van Nederland en Europa is het noodzakelijk het risico te vermijden dat we slechts kant en klare Amerikaanse of Aziatische ‘AI oplossingen’ gebruiken zonder duiding te kunnen geven aan de werking, laat staan de werking te beïnvloeden. Maar ook hoe te voorkomen dat datadeling misbruikt wordt, of dat de sectorale keten door het gebruik van AI kwetsbaar voor nieuwe bedreigingen wordt zoals ‘gaming AI’ systemen. Hierbij moet in veel ketens data delen nog goed op gang komen, waarbij AI bewijs moet leveren dat dit op een betrouwbare manier kan. Het van belang te realiseren dat in veel sectorale ketens de data veel minder omvangrijk is dan bijvoorbeeld op sociale media platformen, en dat de data sterk heterogeen is, wat domeinspecifieke eisen stelt aan de AI-oplossingen. Tot slot moeten AI oplossingen gericht zijn op de tijdigheid en plaatspecificiteit: in een high-tech productieproces is bijvoorbeeld het effect van AI optimalisatie veel sneller merkbaar dan in voedselproductie, voedingsoptimalisatie of patiëntenzorg; terwijl voor een veiligheidsprofessional AI-ondersteuning vrijwel instantaan moet zijn

- In veel sectorale ketens staat de wens voor geïntegreerde analyse van heterogene en veelal zeer gedistribueerde data centraal. Data moet hiervoor onder heldere condities en binnen randvoorwaarden van regelgeving (bv privacy-bescherming) gedeeld kunnen worden op basis van internationale standaarden voor interoperabiliteit. Zowel de overheid (open data, open science/FAIR data) als diverse sectorale (data-deel) coalities en onderzoeksprogramma’s (bv DTL en Health-RI) werken aan dit probleem, als ook een groot aantal PPS samenwerkingen in de individuele topsectoren. Het is cruciaal dit systemische probleem aan te pakken om de kracht van innovatieve AI oplossingen in de betreffende sectoren optimaal te kunnen benutten. Daarbij zullen AI specialisten moeten worden opgeleid in de betreffende sectoren. Dit MJP zal vanuit het perspectief van AI aan de data deelproblematiek bijdragen leveren, daarbij zoveel mogelijk generieke oplossingen nastrevend en tegelijkertijd een bijdrage leveren aan business modellen en wetgeving op dit gebied.
- De samenwerkingen worden vormgegeven als sectorale consortia, hubs, of fieldlabs die middels het combineren van data competitief of anderszins voordeel met AI kunnen behalen. Daarbij zoeken de projecten binnen dit MJP waar mogelijk aansluiting en samenwerking bij bestaande sectorale initiatieven, zoals bijvoorbeeld het HT2FTW programma, de Smart Industry Fieldlabs, de PPPs op het gebied van gezondheid en zorg, en de verschillende MMIPs binnen de missies. Met deze sectorale initiatieven is reeds intensief overleg gaande omdat voor gezondheid en zorg, agri-horti-food, veiligheid en mobiliteitsketens medefinanciering van vakdepartementen zoals VWS, V&J, Defensie, LNV en I&W, voor de hand ligt.
- Er wordt aansluiting gezocht bij vergelijkbare Europese hubs en de industriële cPPPs op het gebied van AI wanneer de commissie een besluit daarover genomen heeft.. Het motto hiervoor is: Europees denken, Nederlands doen.

5. *Ecosysteem.*

Het AI ecosysteem in Nederland is groot en groeiend. Vrijwel alle kennisinstellingen – universiteiten, HBO, TO2 – investeren al geruime tijd in fundamenteel en toegepast onderzoek van AI en data analytics. Ook andere wetenschapsdisciplines, zoals maatschappij en economie, en ethiek en recht, richten zich op effecten en randvoorwaarden voor succesvolle toepassing van AI in maatschappij en economie. Dankzij de connecties met de missies en TKIs zijn diverse ministeries direct betrokken bij het ontwikkelen van dit MJP, waaronder J&V, Defensie, EZK, L&V, LNV en VWS. Gekoppeld aan de sectoren zijn publiek-private consortia ontstaan: digitale competentiecentra waarin AI in context wordt ontwikkeld en toegepast, zoals DTL en Health-RI voor sectoren met biologische en biomedische data. Naar verwachting zal ook een deel van de partners in het Commit2Data big data programma aansluiting vinden in dit MJP. Binnen het ecosysteem is de aansluiting essentieel met academische en HBO opleidingen op het gebied van AI en ICT om de opgedane fundamentele en praktijkgerichte kennis te operationaliseren voor Nederlandse maatschappij en economie in de breedte.

6. *Organiserend vermogen.*

De ontwikkelingen en governance in AI zijn dynamisch en nog pas recent op gang gekomen. De taskforce AI en de SAPAI zijn verantwoordelijk voor de nationale AI strategie. Het topteam ddd is verantwoordelijk voor de vormgeving van de (cross-)sectorale toepassing van AI, in nauwe samenspraak met de taskforce AI, NWO, TNO, genoemde bestaande sectorale initiatieven en bestaande PPPs binnen bijvoorbeeld de gezondheidssector, de agrisector en representanten van academische en praktijkgericht onderzoek.

7. *Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn.*

Het MJP *Nederland Werkt in Slimme Ketens aan Artificiële Intelligentie* richt zich op sectoren die voor Nederland van economisch of maatschappelijk strategisch belang zijn. Zoals hierboven besproken omvat dat onder andere een aanzienlijk deel van de maatschappelijke missies en MMIPs.

8. *Kans op economische impact op korte en lange termijn.*

In veel van de genoemde sectoren is de toepassing van AI van eminent en toenemend belang, maar wordt het nog niet altijd als urgent gezien om gericht te investeren in AI ontwikkeling en toepassing: de private en vak-departementale investeringen zijn vooralsnog beperkt. Het rapport *AINED: AI voor Nederland* wijst hier expliciet op. Veel bedrijven en ministeries noemen gebrek aan kennis over AI, gebrek aan relevante data en de beperkte beschikbaarheid van talent als factoren om 'nog even te wachten'. Daarmee is de investeringsbereidheid van partijen relatief beperkt. Er is nadrukkelijk een impuls nodig om deze situatie te doorbreken, en de economische kracht van AI voor de Nederlandse sectoren te benutten. Het MJP *Nederland Werkt in Slimme Ketens aan Artificiële Intelligentie* beoogt de katalysator te vormen voor sectorale partijen en oog houden op concrete vraagsturing vanuit sectorale toepassing, met TRL 3-6. Omdat partijen sterk afhankelijk zijn van innovaties over het hele sectorale ecosysteem, zal de impact naar verwachting 5-10 jaar zijn.

9. *Krachtenbundeling.*

De vorming van sectorale consortia, hubs of fieldlabs zullen Nederland een betere Europese positie moeten leveren in het AI landschap. Naar verwachting zal een cPPP voor AI ontstaan in de komende periode waarbinnen sectorale consortia zich kunnen bewegen. Aansluiting bij of samenwerking met sommige van de Smart Industry fieldlabs ligt voor de hand, waar reeds eerder de vraag van data deling speelde. Ten opzichte van de ons omringende landen heeft Nederland nog veel in te halen. Bijvoorbeeld in Duitsland en Frankrijk zijn grote budgetten beschikbaar gesteld om daadwerkelijk AI toepassingen in geselecteerde sectoren mogelijk te maken. Juist daarom moet het motto zijn: Europees denken, Nederlands doen, hetgeen hier betekent dat Nederland moet investeren op die sectorale ketens waarmee in Europa nog een leiderschapsrol te behalen is.

Dit MJP is kritisch afhankelijk van de krachtenbundeling met de vijf versnellingsdoelen uit het AINED rapport. Implementatie van alleen dit MJP is onvoldoende om AI in Nederland met impact te kunnen positioneren. Nederland moet haar onderwijscapaciteit op AI en informatica vergroten, moet toegang tot waardevolle publieke data betere regelen, moet stimuleringsmaatregelen nemen om bedrijven door te laten groeien, moet de overheid als launching customer positioneren, en moet een positie innemen rond AI wet en regelgeving.

10. *Cross-over karakter.*

Toepassingen van AI bevinden zich overal, in alle sectoren van de maatschappij en bedrijfsleven. Dit MJP richt zich juist op cross-overs tussen AI technologie, economie/maatschappij, en juridische/ethische/sociale aspecten en verschillende sectoren. De maatschappelijke missies bieden handvatten om met deelnemende sectoren prioriteiten te stellen om maximaal impact te bereiken in Europa. Tegelijkertijd worden zoveel mogelijk generieke oplossingen nagestreefd en wordt aangesloten op Europese infrastructuur, bijvoorbeeld voor het schaalbaar en onder heldere voorwaarden toegankelijk maken van data. Hierdoor kunnen opgebouwde posities effectief worden ingezet om het cross-over karakter van dit AI MJP te benutten. Consortia gevormd in de afgelopen jaren onder de Commit/ en Commit2Data topsector programma's en NWA VWData vormen belangrijke bouwstenen voor de koppeling met andere sectoren in dit MJP. Bij de ontwikkeling van dit MJP is afstemming gezocht met o.a. topsector Agi&Food en T&U,

Energie, Logistiek, met de missie-KIAs veiligheid, gezondheid, agro-food, energie, en met regionale initiatieven rond veiligheid (Den Haag), high-tech (Brainport), TopFit (Oost-Nederland) en One Planet (Wageningen/Nijmegen). Op die manier brengt dit MJP de diverse initiatieven rond sector-specifieke AI tezamen in een sleuteltechnologieprogramma met maximale kans op cross-over tussen de sectoren.

11. Benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2024

Bron	Totaalbedrag (in mln EUR per jr)	Waarvan reeds gecommiteerd	Waarvan te mobiliseren
<i>Private middelen</i>	10.5	3.3	7.2
<i>PPS toeslag</i>	2.7		2.7
<i>TO2 middelen</i>	4.7	3.3	1.4
<i>NWO</i>	11		11
<i>Universiteiten/hogescholen</i>	5	5	
<i>Regionale middelen (provincie, gemeente)</i>			
<i>Departementale middelen</i>	10		10
<i>EU middelen</i>	8		8
<i>ROMs en InvestNL</i>			
<i>Anders, namelijk:</i>			
Totaal bedrag	51.9	11.6	40.3

2.3. Commit2Data

1. Dit bestaande meerjarenprogramma wordt gecontinueerd in 2020-2024 en behoort tot het cluster: **Digital technologies**.
2. Welke sleuteltechnologie(ën) staa(t)n centraal: **Big data en data analytics**.
3. *Positie NL*.

De waarde van de Europese data-economie bedroeg in 2017 meer dan 335 miljard euro en groeit naar verwachting tot 452 miljard euro in 2020; jaarlijkse groei van 10,4%. De Nederlandse data-economie kent momenteel een groei van 14,7% per jaar en zal naar verwachting stijgen van 19 miljard euro in 2017 tot 29 miljard euro in 2020 (2,8% van de Nederlandse economie)¹. Wetenschappelijk kent Nederland een zeer sterke data science community met sterke onderzoeksgroepen bij vele universiteiten, verenigd in het Data Science Platform Nederland (<http://www.datascienceplatform.org/>). Daarnaast kenmerkt zich het landschap door intensieve interactie tussen onderzoeksinstituten en bedrijfsleven, o.a. blijkt uit het succes van het Commit2Data programma (en het NWA VWdata programma) met daarin veel industriële participatie, en succesvolle samenwerkingsverbanden zoals JADS (www.jads.nl). Op het gebied van data delen, en daarmee het ontsluiten van data richting vele partijen waaronder MKB, speelt TNO een belangrijke rol, nationaal bij de inrichting van Big Data Hubs, maar ook internationaal (<https://www.internationaldataspaces.org/>).

4. *Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling*.

Drie termen beschrijven Commit2Data in de komende vier jaar: valoriseren, verbinden en aanscherpen.

- Valorisatie stond al als doelstelling in de oorspronkelijke whitepaper in 2016 maar heeft nooit tanden gekregen. Uit een rondvraag blijkt dat bij de huidige 45 lopende projecten veel animo is voor een vervolgslag op de onderzoeksresultaten. Samen met de private partners moet geïnvesteerd worden in het vertalen van de resultaten naar toepassingen en toepassingsgebieden; Commit2Data moet de komende jaren dit proces versterken zodat dat bereikte resultaten in de individuele projecten beklijven en een zo breed mogelijke impact hebben. Met ondersteuning van EZK is inmiddels een eerste aanzet gemaakt richting een “valorisatiefonds” (omvang 500 k€ voorzien voor 2019); een eerste valorisatiescan van de langer lopende projecten is inmiddels gestart.
- Verbinden: de komende jaren moet geïnvesteerd worden de projecten sterker met elkaar te verbinden en de community uit te bouwen en de resultaten te dissemineren in brede zin. Met name de aansluiting met HBO praktijkgericht onderzoek is daarbij van belang om de kennis breed te kunnen dissemineren en valorisatieprogramma's te ondersteunen.
- Met aanscherpen doelen we op de noodzaak om specifiek op big data onderwerpen (onderzoek-) nog enkele NWO calls uit te schrijven. Hierbij ligt het voor de hand om expliciet de synergie te zoeken met de opkomende AI programmering in Nederland. Tevens zullen deze calls ook bij kunnen dragen aan de maatschappelijke missies. Specifiek voor big data onderwerpen zijn gesprekken gaande rond de volgende onderwerpen: (elektrische) mobiliteit en logistiek (beoogde bijdragen van I&W, RWS en EZK); energie- en watergebruik in sustainable society (EZK, I&W); situational awareness (Defensie, J&V); safe & secure data sharing (EZK, Smart Industry, Logistic, IDS);

5. *Ecosysteem*.

Op dit moment wordt door meer dan 110 private partners (veelal bedrijven, maar ook gemeentes en semi-overheden) en 13 universiteiten samengewerkt in de projecten van Commit2Data. Naast deze partners zijn er ook 6 universitair medische centra (UMC's) betrokken en 5 hogescholen, en tenslotte een 10-tal publieke (onderzoek)instellingen. Er lopen op dit moment 45 projecten er in totaal zijn 100+ extra wetenschappers (veelal op niveau van promovendi en postdocs) aangesteld. Naast genoemde bedrijven nemen ook maatschappelijke organisaties deel, zoals patiëntenverenigingen en collectebusfondsen, en zijn ook

¹ Zie: http://datalandscape.eu/sites/default/files/report/EDM_D2.1_1stReport-FactsFigures_revised_21.03.2018.pdf.

publieke instellingen actief in de projecten. Momenteel bedraagt het goedgekeurde projectvolume vanuit NWO 44 mln Euro, vanuit TNO 8 mln Euro.

6. *Organiserend vermogen.*

Het Commit2Data programma wordt uitgevoerd door het Programmabureau Commit2Data (onder voorzitterschap van Boudewijn Haverkort en rapporterend aan het topteam ddd), met daarin medewerkers vanuit NWO ENW (en waar nodig TTW of andere domeinen), TNO en ECP, en nauw afgestemd met het brede veld van stakeholders. Projecten worden in thematische calls uitgezet via NWO of belegd bij TO2 instellingen.

7. *Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn.*

Het cross-sectorale karakter van het Commit2Data programma maakt dat zij naast de bijdrage aan sleuteltechnologie Big Data bijdraagt aan alle maatschappelijke missies. Daarnaast speelt big data technologie een cruciale rol als enabler voor toekomstige AI ontwikkelingen.

8. *Kans op economische impact op korte en lange termijn.*

De diversiteit aan TRL niveaus in het Big Data domein is groot. Alle Commit2Data projecten zijn publiek-private samenwerkingen met relatief toepassingsgericht onderzoek. De 35% gemiddelde in-kind en -cash bijdrage vanuit 130 private partners, nadrukkelijk niet alleen de grote bedrijven, ondersteunt dit beeld. Het animo voor een verdere valorisatieslag onder de projecten is groot, valorisatiefondsen zullen de resultaten van het onderzoek verder richting economische impact brengen.

9. *Krachtenbundeling.*

Vanuit de kern van Commit2Data wordt met vele sectoren samengewerkt. Eigenlijk zijn alle projecten cross-sectoraal in die zin dat zij data science in een sector toepassen (momenteel met de sectoren Energy, Smart Industrie, Logistiek, Gezondheid, Sport en bewegen, Banking, Smart Culture, en Agri-Horti). Verbinding bestaat met onderzoeksinstellingen als het NL e-science centre, het CWI en met (vrijwel) alle universiteiten in Nederland en enkele daarbuiten, en met de UMC's en TO2 instellingen. Inmiddels dragen ook buitenlandse private partijen bij aan het onderzoeksprogramma. Deelnemers aan Commit2Data zijn actief in hun eigen netwerken (en vele sectoren) maar zeker ook in de EU-brede BDVA (Big Data Value Association) en in vele EU-projecten. In de tweede fase van Commit2data zal de AI-component in het onderzoek (op heel natuurlijke wijze) versterken; een groot deel van de projecten maakt ook nu al gebruik van machine learning of andere AI-technieken; er is samenwerking met het NWA programma VWdata. De samenwerking met TNO zal versterkt worden ingezet op het gebied van data delen.

10. *Cross-over karakter.*

Commit2Data is bij uitstek een cross-over programma. Vanuit de kern is Commit2Data een beta/engineering programma, echter, de toepassingsoriëntering haakt op alle aspecten van de maatschappij en op alle mogelijke sectoren aan. Meer en meer worden ook wetenschappers en instellingen uit het SSH-domein (social sciences & humanities) aangesloten en ZonMw/medische wetenschappen domein aangesloten worden. Vanuit Commit2Data is een toenemende mate van cross-over met het MJPs *Nederland Werkt in Slimme Ketens aan Artificiële Intelligentie* en *Nationaal Artificiële Intelligentie (AI) Onderzoekscentrum* een voor de hand liggend toekomstperspectief.

11. Benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2024.

Bron	Totaalbedrag (in mln EUR per jr)	Waarvan reeds gecommiteerd	Waarvan te mobiliseren
<i>Private middelen</i>	4	2	2
<i>PPS toeslag</i>	0.5	0.5	
<i>TO2 middelen</i>	3	2	1
<i>NWO</i>	5		5
<i>Universiteiten/hogescholen</i>	2	2	

<i>Regionale middelen (provincie, gemeente)</i>			
<i>Departementale middelen</i>	1		1
<i>EU middelen</i>	2		2
<i>ROMs en InvestNL</i>			
<i>Anders, namelijk:</i>			
Totaal bedrag	17.5	6.5	11

2.4. Cybersecurity – Digitale Veiligheid en Privacy

1. Dit bestaande meerjarenprogramma wordt gecontinueerd in 2020-2024 en behoort tot het cluster: **Digital technologies**.

2. Welke sleuteltechnologie(ën) staa(t)n centraal: **Digital security / Encryption technologies**.

3. *Positie NL*.

Ondanks de geringe omvang van de Nederlandse onderzoeksgemeenschap in data- en systeembeveiliging behoren de wetenschappers uit deze gemeenschap tot de wereldtop. Zij scoorden in de afgelopen drie jaar gemiddeld liefst 10 toppublicaties per jaar in de "top-4" security conferenties (Security & Privacy, CCS, USENIX Security, en NDSS). Verschillende Nederlandse universiteiten staan in de top-100 van de wereld, gemeten naar het aantal publicaties in deze conferenties (waarvan 1 op positie 13), waarbij één van de Nederlandse onderzoekers in de top-20 allertijden staat wat betreft het aantal toppublicaties in deze conferenties. Ook in de twee topconferenties in cryptografie (CRYPTO en EuroCrypt) deden de Nederlandse onderzoeksgroepen het goed met meer dan 7 publicaties per jaar, en met de 15^e positie wereldwijd in deze periode. Nederlandse onderzoekers nemen actief deel aan competities van NIST voor nieuwe crypto standaarden, bijvoorbeeld op het gebied van post-quantum crypto en lightweight authenticated encryption and hashing (zie <https://csrc.nist.gov/projects/lightweight-cryptography>). Nederlandse onderzoekers spelen een grote rol in de organisatie van mondiaal onderzoek, in steering committees, besturen van Europese onderzoeksinstellingen en netwerken op het gebied van cybersecurity. Doordat de investeringen in Nederland achterblijven, is het wel zo dat onze positie onder vuur ligt. Grote onderzoeksinstituten in landen als Duitsland in Europa en de VS in Noord-Amerika nemen afstand, en trekken ook actief onze beste onderzoekers aan. Om de huidige positie tenminste te handhaven is versterking aan de basis (via vaste posities) noodzakelijk. Door de geringe omvang kunnen kleine mutaties grote verschuivingen in impact tot gevolg hebben.

4. *Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling*.

De *nationale cyber security research agenda* (NCSRA-III) vormt het kader voor het Nederlandse cybersecurity onderzoek. Eén van de grote informatica-uitdagingen waar de discipline voor staat is hoe de (on)veiligheid van een systeem aangetoond kan worden en hoe eventuele kwetsbaarheden automatisch te detecteren en repareren zijn. Daarbij komt dat de funderende principes van het ontwerpen en ontwikkelen van veilige systemen en software nog volstrekt onvoldoende bekend zijn. Maar hoe goed systemen ook ontwikkeld kunnen worden, geanalyseerd op kwetsbaarheden en gerepareerd, er blijft een dringende behoefte aan betere methodes om aanvallen te detecteren en systemen actief te verdedigen. Verder is er de uitdaging hoe privacy in de steeds verder gedigitaliseerde samenleving te garanderen is, terwijl de grenzen van technologische oplossingen nog onduidelijk zijn en wet- en regelgeving noodzakelijk zijn om bescherming af te dwingen. Dit komt met name tot uitdrukking in de noodzaak tot flexibele, veilige en privacy-vriendelijke identity management, niet alleen voor authenticatie, maar ook voor digitale ondertekening, bijvoorbeeld voor het vastleggen van toestemming in het kader van de AVG. Tot slot ligt er een wetenschappelijke, maatschappelijke en economische uitdaging in de opkomst van onveilige Internet of Things (IoT) systemen. Voor de cybersecurity en cyber-privacy van IoT-systemen zijn doorbraken nodig in alle pijlers onder de NCSRA-III (design, defence, attacks, governance en privacy). Concrete wetenschappelijke uitdagingen zijn: een veilige "smart" wereld, ondanks ontelbare onveilige apparaten in het IoT, het automatisch detecteren en verhelpen van kwetsbaarheden en het begrijpen hoe prikkels helpen ter verhoging van de veiligheid. Het in de NCSA en NDS aangekondigde kennisontwikkelingsprogramma is leidraad voor de uitvoering van de NCSRA-III.

5. *Ecosysteem*.

Het ecosysteem bestaat uit de stakeholders van het Dutch cybersecurity platform voor higher education and research - dcypher: waaronder de oprichters van dcypher - ministeries, NWO, ministeries betrokken bij de cybersecurity NWO programmering, de dcypher Adviesraad, the Hague Security Delta, en de vele publieke - en private instellingen die zijn aangesloten bij dcypher. Gezien de urgentie van de cybersecurity

problematiek zijn reeds een aantal PPS voorstellen ingediend in recente NWO en NWA calls. Indien gefinancierd vormen deze programma's een kiem voor het hier voorgestelde MJP.

6. *Organiserend vermogen.*

De sector is goed georganiseerd voornamelijk via dcypher, waarin wetenschap, bedrijfsleven en overheid participeren en in het bijzonder gezamenlijke onderzoeksagenda's ontwikkelen. Daarnaast heeft deze sector zichzelf duidelijk op de politieke agenda weten te krijgen vanwege de "brandbrief" van de hoogleraren Bos, Jacobs, van Eeten en de resulterende Kamermotie, op basis waarvan nu door EZK nationaal cybersecurity beleid ontwikkeld wordt. De Nederlandse overheid werkt aan de crypto strategie voor de komende jaren, die opgezet wordt door het Nationaal Bureau Verbindingsbeveiliging (NBV onderdeel van AIVD), in overleg met de academische community.

7. *Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn.*

De sleuteltechnologie cybersecurity draagt vooral bij aan de maatschappelijke uitdaging Veiligheid (waaronder cyber-, defensie- en waterveiligheid). Omdat cybersecurity (inclusief privacy) een sector-doorsnijdend karakter heeft is er ook een hoge mate van verbondenheid met digitalisering binnen de andere drie maatschappelijke thema's.

8. *Kans op economische impact op korte en lange termijn.*

Binnen de eerste NWA-call is een breed gedragen, groot voorstel ingediend over security en IoT, met massale steun vanuit het bedrijfsleven. Meer in het algemeen heeft het bedrijfsleven grote behoefte aan interactie met de academische wereld, op een niveau dat dicht zit bij de ontwikkelde producten en diensten. De kans op economische impact is zowel op korte als lange termijn erg groot. Het cybersecurity onderzoek in Nederland heeft een track record van impactvolle innovaties, zoals de anti-DDoS werkgroep, die onder leiding van het NCSC is ontstaan, de 4.TU spin-off SecurityMatters en IRMA, de non-profit spin-off van NCSRA funding, via de stichting <https://privacybydesign.foundation/>.

9. *Krachtenbundeling.*

De Nederlands onderzoeksgemeenschap heeft goede contacten met de European Union Agency for Network and Information Security (ENISA), de European Cyber Security Organisation (ECISO), H2020 Cybersecurity Competence Centers, het CODE Cybersecurity instituut van de UNIBW in München, het Helmholtz Center for Information Security (CISPA) in Saarbrücken, en met het nieuwe Max Planck instituut voor Cybersecurity in Bochum. Daarbuiten bestaat er een nauwe onderzoekssamenwerking met het Amerikaanse Department of Homeland Security (DHS) en de National Science Foundation (NSF) via gezamenlijk onderzoekscalls met NWO (onder coördinatie van dcypher). Nederland is betrokken bij twee Europese pilots: CONCORDIA en CyberSec4Europe. Deze moeten bijdragen aan een gemeenschappelijke 'European Cybersecurity Research & Innovation Roadmap' voorbij 2020 en aan een 'European cybersecurity strategy for industry'.

10. *Cross-over karakter.*

De cybersecurity gemeenschap heeft een lange traditie van interdisciplinaire onderzoekscalls, in het bijzonder samen met juridische en sociale wetenschappen. Zulke interdisciplinaire samenwerking krijgt op verschillende locaties concrete vorm, bijvoorbeeld in Nijmegen met een interdisciplinaire hub voor security, privacy en data governance (www.ru.nl/iHub) en de TU Delft socio-tech samenwerking (www.tudelft.nl/cybersecurity).

11. *Benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2024*

Bron	Totaalbedrag (in mln EUR per jr)	Waarvan reeds gecommiteerd	Waarvan te mobiliseren
Private middelen	4		4
PPS toeslag	1		1
TO2 middelen	3	2	1
NWO	6		6
Universiteiten/hogescholen	3	3	

<i>Regionale middelen (provincie, gemeenten)</i>	<i>1</i>		<i>1</i>
<i>Departementale middelen</i>	<i>2</i>		<i>2</i>
<i>EU middelen</i>	<i>2</i>		<i>2</i>
<i>ROMs en InvestNL</i>			
<i>Anders, namelijk:</i>			
Totaal bedrag	22	5	17

2.5. Blockchain

1. Dit bestaande meerjarenprogramma wordt gecontinueerd in 2020-2024 en behoort tot het cluster: **Digital technologies**.

2. Welke sleuteltechnologie(ën) staa(t)n centraal: **Blockchain**.

3. *Positie NL*.

Blockchain is een relatief nieuwe technologie met nog maar een beperkt aantal concrete implementaties. Na de eerste lanceringen door start-up's zijn in 2018 de eerste echte applicaties ontwikkeld van de grotere ondernemingen. Omdat ontwikkelingen nog beperkt zijn, kan de innovatieve kracht nog niet kwantitatief aangetoond worden. Een aantal landen nemen een bijzondere positie in waaronder Nederland. Zo zijn Singapore en Dubai reeds ver op het gebied van overheidsdiensten. De korte lijnen, kapitaalkrchtig en centrale aansturing stelt hen in staat snel te innoveren. Zwitserland en dan met name het Kanton Zug, heeft zich op fintech georiënteerd waardoor daar een flinke blockchain ecosysteem is ontstaan. In de Berlijn zijn door regionale stimulering veel blockchain start-up's gevestigd. Nederland kenmerkt zich door het snel ontstaan van samenwerkingsverbanden op allerlei niveaus. Van nature gewend om samenwerking op te zoeken met bedrijven (bijvoorbeeld in de logistiek), ontstaan hier innovatie ecosystemen die veel baat hebben aan blockchain. Zo zijn fieldlabs ontstaan rond specifieke thema's zoals Blocklab in Rotterdam, of Techruption in Heerlen. Juist op het gebied van blockchain is een toenemend aantal HBO lectoraten actief met proof-of-concepts. Innovaties met blockchain technologie vindt in Nederland een vruchtbare bodem en daarmee onderscheiden we ons internationaal. Dit wordt erkend door instanties zoals de EU commissie, WereldBank, en het IMF.

4. *Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling*.

Er is een aantal programma's die nu lopen en waar een vervolg als meerjarenprogramma voorzien is. Deze MJPs kenmerken zich in de meeste gevallen als innovatieprogramma's met toepassing van blockchain, en minder als fundamenteel kennisopbouw-gericht onderzoek.

- Samenwerking in DBC zelf. Deze samenwerking stoelt voor een belangrijk gedeelte op de in-kind bijdrage van de deelnemers (0,6 FTE per deelnemende organisatie) en 35k euro per jaar fee. Daarmee wordt de organisatie van DBC gefinancierd inclusief specifieke activiteiten die partners prioriteren.
- Uitbreiding van de activiteiten van DBC in vijf geselecteerde use cases: SSI, Logistiek, Diploma's, Compliance by Design en Pensioenen. De grootste investeringen van deze use cases komen van de betrokken partijen. Daarnaast heeft BZK 655 k€ in 2019 aan subsidie gehonoreerd om de samenwerking tot stand te brengen, ervaringen uit te wisselen en te ondersteunen in de organisatie. Te verwachten is dat er meerdere use cases zullen volgen die fundamentele issues aanpakken en die een meerjarig karakter hebben.
- Onder regie van Dutch digital delta is de researchagenda Blockchain tot stand gekomen. Deze agenda beschrijft welke fundamentele en toegepast onderzoek nog moet worden uitgevoerd in deze relatief nieuwe technologie. Hierin wordt nadruk gelegd op de combinatie van technologische vraagstukken, zoals schaalbaarheid en snelheid, met juridische, economische en ethische vraagstukken bij de introductie van de blockchain technologie. Deze agenda is leidraad voor geweest voor een NWO call van 1,5 mln (exclusief private middelen) met sluitingsdatum in april 2019. Verwacht wordt dat eind 2019 de winnaar van deze call kan starten met het onderzoek.
- Vanuit DBC is het initiatief genomen om met andere partners in de EU samen te werken. Zo is er een nauwe samenwerking tot stand gebracht met Duitse en Belgische partners wat uiteindelijk geleid heeft tot een gezamenlijke indiening van een H2020 call op het gebied van Self Sovereign Identities. Hiermee is Nederland een belangrijke speler op EU niveau geworden, wat erkend wordt door DG Connect en de key-spelers in het European Blockchain Forum.
- Onder regie van Brightlands is met TKI middelen een Blockchain programma tot stand gebracht, genaamd Techruption waar in een proces van ideation tot PoC specifieke toepassingen getest worden. In dit eco-systeem georganiseerd vanuit de Brightlands Campus in Heerlen werken start-up's, corporates, lokale overheden, lokale kennisinstellingen en TNO met elkaar aan relevante blockchain oplossingen.

- Verder zijn er veel lokale initiatieven die mede met middelen van lokale overheden worden gesubsidieerd. Voorbeelden zijn Studiebits in Groningen en Blocklab in Rotterdam.

5. *Ecosysteem.*

Op nationaal niveau is de Dutch Blockchain Coalition actief waarin 40 publieke en private organisaties in triple helix samenwerken. Nederland kent echter ook andere samenwerkingsverbanden rond blockchain. Een aantal startup communities heeft blockchain als centraal thema waarmee een cluster van start-up's op locatie van elkaar leren en eventueel samenwerken, bijvoorbeeld tijdens hackathons. In de zogenaamde fieldlab wordt op specifieke onderwerpen met blockchain geëxperimenteerd. Concrete voorbeelden zijn hierboven vermeld zoals Blocklab in Rotterdam met thema's energie en logistiek, Techruption in Heerlen. Daarnaast zijn er lokale eco-systemen van start-up communities zoals Yes!Delft die in februari een nieuwe locatie heeft geopend in Den Haag gericht op blockchain en AI.

6. *Organiserend vermogen.*

De vele initiatieven zoals hierboven vermeld dekken de verschillende activiteiten af:

- Eco-systemen zoals DutchChain die in staat zijn via een wereldwijd bekende hackaton Nederland profiel te geven.
- Start-up communities zoals Yes!Delft en StartLife waar nieuwe bedrijven een kans krijgen.
- Integrale communicaties zoals de Techruption waar start-up's, kennisinstellingen, lokale overheden en bedrijven bij elkaar komen.
- Thematische blocklabs waar aan thema's gewerkt wordt.
- Dutch Blockchain Coalition waar op nationaal niveau de nederlandse positie wordt uitgebouwd en internationaal wordt samengewerkt.

Hoewel niet op alle fronten is de samenwerking tussen bovenstaande partijen ook echt aanwezig en vindt men elkaar relatief gemakkelijk. Een terugkerend thema is vaak wel dat het nogal een grote stap blijkt te zijn om van PoC tot echte productie te komen. Daarnaast zijn in veel van de bovenstaande samenwerkingsverbanden de echte dedicated middelen relatief beperkt en is men afhankelijk van tijdelijke krachten. De slagkracht laat daarom wel eens te wensen over.

7. *Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn.*

Blockchain richt zich op samenwerking in ketens van partijen die elkaar nodig hebben; er is sprake van een onderlinge afhankelijkheid tussen technologie, gebruik en toepassing van blockchain. Een bekende toepassing van blockchain ten behoeve van duurzaamheid is in het onderling afrekenen in een microgrid. Waarmee consumenten met zonnepanelen ook producenten worden en daarmee leveranciers kunnen zijn in hun buurt. De verrekening van deze energiestromen kan goed geautomatiseerd in een blockchain applicatie. In de agri-horti-food sector kan de herkomst van producten digitaal worden vastgelegd in blockchain en kunnen waardeketens efficiënter en transparanter worden ingericht. Daarmee hebben we meer zekerheid over de kwaliteit en veiligheid van ons voedsel en waar het vandaan komt en kan efficiëntiewinst worden geboekt. Blockchain kan in de gezondheidssector worden toegepast in processen waarbij meerdere instanties samenwerken rondom één patiënt. In de veiligheidssector kan het in bepaalde situaties van belang zijn dat alle partijen snel toegang krijgen tot informatie. De blockchain levert mogelijk een veilige manier om informatie zelf op te slaan omdat er geen afhankelijkheid is van een centrale opslag node; hiermee wordt lage kwetsbaarheid van het systeem bereikt.

8. *Kans op economische impact op korte en lange termijn.*

De eerste toepassingen zijn inmiddels realiteit; in Nederland bij voorbeeld Moyee Coffee, GUTS, sinaasappelen bij Albert Hein, We.Trade van Rabo en startups als AgOS. Dit zijn applicaties met een duidelijke business case en toegevoegde waarde. Alhoewel naar verwachting een gestage stroom aan applicaties tegemoet gezien kan worden, zal de grotere maatschappelijke toepassingen in complexere ecosystemen nog een aantal jaren op zich laten wachten.

9. *Krachtenbundeling.*

Nationaal vindt krachtenbundeling reeds plaats dankzij de geselecteerde use cases in DBC, en de afstemming met Techruption. Regionaal heeft bij Techruption recentelijk een Interreg call gewonnen

waarmee SME's geholpen worden met blockchain. Europees is DBC aangesloten bij een coalitie rondom een H2020 call ter grootte van 8 mln euro. Daarnaast vraagt DG Connect om Nederlandse betrokkenheid in CEF projecten waaronder blockchain en diploma's. Nederland levert de project manager vanuit DUO. IN de komende periode zal verdere blockchain-gerelateerde programmering volgens met een Europese investering van 300mln euro.

10. *Cross-over karakter.*

Blockchain bevindt zich overal waar data-delen en samenwerking relevant is. Vanuit DBC zijn zo'n 30 use cases beschreven in verschillende sectoren waarin dit relevant is. De meest bekende use cases zijn de transparantie van de voedselketen, fintech oplossingen voor snelle en goedkope transfers, transparantie en efficiency in logistiek en identity management.

11. *Benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2024*

Bron	Totaalbedrag (in mln EUR per jr)	Waarvan reeds gecommiteerd	Waarvan te mobiliseren
<i>Private middelen</i>	1.85	0.5	1.35
<i>PPS toeslag</i>	0.5		0.5
<i>TO2 middelen</i>	0.2	0.2	
<i>NWO</i>	2.5	(1.5 in 2019)	2.5
<i>Universiteiten/hogescholen</i>	1	1	
<i>Regionale middelen (provincie, gemeente)</i>	0.5		0.5
<i>Departementale middelen</i>	1.15	1.15	
<i>EU middelen</i>	2.2		2.2
<i>ROMs en InvestNL</i>	1		1
<i>Anders, namelijk:</i>			
Totaal bedrag	10.9	2.85 (4.35 in 2019)	8.05

N.B.1: DBC werkt nu samen met partners aan 6 use cases, die nu in een startfase inzichtelijk zijn mbt de financieringsbehoefte. Dat is opgenomen in bovenstaande tabel. Het is te verwachten dat in de loop van 2019 meer duidelijkheid komt over het verdere verloop vanaf 2020. Dat kan leiden tot aanvullende aanvragen.

N.B. 2: In dit overzicht zijn niet alle bovenstaande initiatieven meegenomen zoals de start-up communicaties, regionale initiatieven, DutchChain, de investeringen die hoge scholen en universiteiten zelf maken en Blocklab.

De volgende initiatieven zijn wel in beschouwing genomen: de Dutch Blockchain Coalition, Techruption programma wat gedeeltelijk gefinancierd wordt met TO2 middelen, de H2020 call en de NWO Blockchain call.

2.6. Beyond 5G (Future Networks and Services)

1. Dit bestaande meerjarenprogramma behoort tot de cluster: ‘Digital technologies’, ‘Engineering and fabrication technologies’, en ‘Photonics and light technologies’
2. Welke sleuteltechnologie(ën) staa(t)n centraal: **Cloud Technologies/Computing, High frequency and mixed signal technologies, Cyberphysical/Embedded systems, Integrated Photonics.**

3. Positie NL.

Nederlandse netwerken scoren internationaal goed. Nederland is een pionier bij de ontwikkeling van huidige draadloze technologieën zoals WiFi en Bluetooth. Nederland is ook een belangrijke speler in optisch onderzoek. In de Europese Digital Economy and Society index staat Nederland op nummer één bij het onderdeel connectiviteit. Doelstelling van het kabinet en EU is dat in 2025 mobiele 5G technologie breed beschikbaar is en dat iedereen toegang heeft tot internet op een vaste locatie met een snelheid van minimaal 100 megabit per seconde (Mbps). Bovendien is het wenselijk dat in Nederland wordt geëxperimenteerd in pilots en testbeds. In Duitsland is *targeted and coordinated research* onderdeel van de 5G strategie van het Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Veel universiteiten hebben een 5G lab met een groot aantal industriële partners. Ook België en Frankrijk kennen veel samenwerkingen tussen bedrijven, kennisinstellingen en technische universiteiten. In Engeland geeft de overheid met haar 5G Strategie aan dat zij *“committed is to ensuring that the UK is a world leader in the development and deployment of 5G, and will invest in a nationally coordinated programme of 5G testbed facilities and application trials.”* Het 5G Innovation Centre in Surrey is binnen Europa toonaangevend.

4. Korte beschrijving van voorgesteld meerjarenprogramma voor onderzoek en ontwikkeling.

Dit programma richt zich op de toekomstige generatie van draadloze communicatienetwerken, bekend als *Beyond 5G / 6G*. 5G kan zeer snelle, betrouwbare mobiele connectiviteit leveren, met pieksnelheden tot 20 gigabits per seconde en reactietijden (*latency*) van enkele milliseconden. Daarmee kan het voorzien in de connectiviteit van miljoenen aangesloten apparaten per km². Met technieken als ‘*network slicing*’ kan gevarieerd worden in kwaliteitsaspecten van een verbinding, zoals bijvoorbeeld een hoge datadoorvoersnelheid of een lage reactietijden. Daarnaast omvat 5G een integratie van mobiele netwerken met cloud computing (*mobile edge* en *fog computing*). *Beyond 5G / 6G* netwerken zijn echter nodig voor geavanceerde toepassingen, die buiten het bereik van 5G vallen, zoals holografische communicatie, en ultra-betrouwbare real-time toepassingen. De eisen gesteld aan snelheid, capaciteit, *latency* en betrouwbaarheid, moeten significant beter zijn dan wat 5G beoogt. Het communicatienetwerk moet zich autonoom en in real-time aanpassen aan de continu veranderende applicaties. Dit kan alleen met nieuwe technologieën en architecturen. Een meerjarenprogramma rondom en voortbouwend op 5G zal zich dan ook op drie lagen moeten toespitsen:

(i) groeiend radioverkeer hoge capaciteit, efficiënt en flexibel gebruik van hogere frequentiespectra (mmWave voor 5G en THz-frequentiegebieden voor 6G). Componenten en subsystemen moeten geïntegreerd worden in een nieuwe dynamisch-adaptieve netwerkarchitectuur waarin de complexiteit en de real-time eisen d.m.v. kunstmatige-intelligentietechnieken beheerst worden. Gebruik van hoog frequent spectrum vergt massive MIMO beamforming met antenne arrays die gerichte, smalle en stuurbare bundels uitstralen. Hiervoor is onderzoek nodig naar on-chip antenne-arrays, signaalbewerking, hoge-capaciteit glasvezeltransmissie, geïntegreerde (sub)mmWave -transceivers, ultra-low power / low-latency schakelingen, en de combinatie en integratie van optische en radio technologie;

(ii) in de infrastructuur zijn virtualisatie technieken en architecturen nodig om recursieve uitrol van functies te faciliteren voor het delen van fysieke netwerken. Het toenemend aantal verbonden apparaten vereist extreem dichte netwerkcellen, en een geharmoniseerde orkestratie en management van rekenkracht, opslagruimte, antenne-, en netwerkcapaciteit;

(iii) voor toepassingen die ontwikkeld en beheerd worden door 3e partijen vergen 5G innovaties in verticale sectoren open platformen voor experimenten in sectoren als agri, gezondheid, industrie, media en OOV, alsook interoperabiliteit over meerdere domeinen en beschikbaarheid van op internationale standaarden gebaseerde referentie implementaties.

5. *Ecosysteem.*

Het huidige ecosysteem bestaat uit losse publiek-private samenwerkingen tussen bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Vrijwel alle kennisinstellingen investeren in fundamenteel en toegepast 5G onderzoek (TU Delft met o.m. NExTWORKx samenwerking met KPN en xG overlegstructuur voor visievorming op 'beyond 5G' onderzoek. TU/e heeft het Center for Wireless Technology en het Institute for Photonic Integration en werkt al in diverse EU projecten en met private partijen (o.m. NXP, Philips, Signify, Thales, Ampleon en MKB's zoals The Antenna Company, Catena, Maxwaves en LioniX) aan de eerder genoemde onderwerpen. UTwente met CAES, DACS, PS en TE groepen). TNO draagt bij aan snelle en open infrastructures met haar erkende 5G expertise op het gebied van draadloze communicatie, gevirtualiseerde en gesoftwariseerde netwerken, en is wereldwijd erkend trekker van 5G standaardisatie in 3GPP. In stedelijke gebieden worden 5G-proeven voorbereid, o.a. rondom de Amsterdam Arena, in het testcentrum 5G Field Lab in Den Haag, en in het (nog door Gemeente Delft, TU Delft en TNO vorm te geven) 5G Fieldlab Zuid-Holland. In rurale gebieden wordt er o.m. getest in Groningen (5Groningen), maar ook andere gebieden met ruraal karakter geven aan interesse te hebben voor 5G (o.a. in Drenthe, Zeeland) en steden (Apeldoorn) en willen starten. Grote bedrijven als Alticom Cellnex en Novec zijn geïnteresseerd in physical network sharingsopties met 5G en in het uitwerken van nieuwe neutral hosting concepten. Bovendien zijn er de sectoren waar nieuwe geavanceerde toepassingen, op basis van beyond-5G en 6G, zullen ontstaan en zullen leiden tot een uitgebreid ecosysteem. Voorbeelden en mogelijke partners in het ecosysteem zijn de medische en zorg sector (bv., Erasmus MC), Industry 4.0 (bv. VDL), verkeer en transport (bv. bedrijven Automotive Campus, Drone Airport Twente) en hightech landbouw (bv. Wageningen University and Research, Lely), energie, veiligheid, zorg etc. Het ministerie van EZK geeft kaders aan voor 5G spectrumuitgifte, lokaal beleid en innovatie met het Actieplan Digitale Connectiviteit. Binnen EZK onderzoekt Agentschap Telecom (AT), in lijn met mogelijkheden van 5G, een verder dynamiseren van de frequentietoewijzing en -planning.

6. *Organiserend vermogen.*

De overheid heeft de NL Digitaliseringsagenda gecoördineerd en het Actieplan Digitale Connectiviteit vormgegeven met een prominente rol voor 5G. AT onderzoekt samen met diverse Nederlandse kennisinstellingen (waaronder universiteiten, de TU's, TNO) of een gezamenlijke digitale connectiviteits-research agenda voor 5G tot stand kan komen (start april 2019). Doel is om onderzoeksinspanningen en kennis in Nederland te bundelen en gericht in te zetten op bestaande en nieuwe maatschappelijke use cases.

7. *Kans op maatschappelijke impact op korte en lange termijn.*

Naarmate meer diensten digitaal worden geleverd en meer apparaten verbonden zijn met het internet (*Internet of Things*), groeit onze afhankelijkheid van een goed functionerende digitale infrastructuur (telekwetsbaarheid). De behoefte aan connectiviteit voor allerlei nieuwe toepassingen groeit, variërend van volledig autonome voertuigen, zorg en chirurgie op afstand, real-time netwerkcontrole voor hightech productie, precisielandbouw met robots en drones, holografische communicatie tot onmiddellijk inzetbare netwerken in geval van calamiteiten. Door een hoge graad van dekking en capaciteit wordt de kans op behoud van een inclusieve samenleving het grootst. Daarnaast zijn er nieuwe toepassingen in ontwikkeling waarvan nog niet duidelijk is welke connectiviteit nodig is. Een voorbeeld is *Virtual Reality*. In de vernieuwende bijdragen vanuit de ICT aan de maatschappelijke missies komt 5G in alle vier missies voor. De kansen op maatschappelijke impact zijn uitstekend en onderzoek naar, metingen en monitoring van cumulatieve effecten van 5G toepassingen zal helpen om objectiveerbare en betrouwbare gegevens over de impact van 5G op het gebied van EMC en EMV te kunnen blijven geven.

8. *Kans op economische impact op korte en lange termijn.*

5G als virtuele infrastructuur biedt flexibiliteit om in te spelen op uiteenlopende behoeften, en kan een breder commercieel ecosysteem te faciliteren, waarmee Nederland internationaal kan blijven vooroplopen, met nieuwe toetreders in verticale sectoren en industrieën. Zo kan virtualisering leiden tot nieuwe verdienmodellen voor netwerkeigenaren via het aanbieden van infrastructuur 'als een dienst' (infrastructure-as-a-service), waarbij een bedrijf beschikt over een compleet eigen netwerk dat wordt aangelegd en beheerd door een aanbieder, die daarmee veel meer levert dan alleen communicatiediensten. Aan de aanbodkant is de grootste verandering dat met een generiek (dus niet bedrijfsspecifiek) connectiviteitsaanbod steeds

beter kan worden voorzien in uiteenlopende connectiviteitsbehoeften. De gezaghebbende wereldwijde standaardisatieorganisaties 3GPP en ITU voorzien in hun roadmaps de eerste toepassingen van 6G over 10 jaar, terwijl door 3GPP beyond-5G toepassingen vijf jaar eerder verwacht worden. De verwachting is dat met een herkenbaar meerjarig nationaal 5G onderzoekprogramma de investeringsbereidheid alleen maar toeneemt. De technologische rijpheid omvat TRLs 1-7, waarbij huidige trials al TRL7 beogen, en nieuw onderzoek naar *beyond* 5G start bij TRL 1. Impact van 5G ligt voor de private partijen met een bestaande positie op het gebied van mobiele netwerken binnen 4 jaar, in lijn met EU doelstellingen. Voor nieuwe toetreders partijen in verticale ecosystemen zal de impact naar verwachting eerder 5-8 jaar zijn.

9. *Krachtenbundeling.*

De krachtenbundeling is voornamelijk vooral per sector, tussen partijen. In diverse onderwijs- en onderzoekinstellingen wordt volop gewerkt aan de ontwikkeling van nieuwe 5G-technologieën, zoals nieuwe antenne-, chip- en sensortechnologie. Universiteiten richten zich o.m. op regulatieve en maatschappelijke aspecten rondom de ontwikkelingen en inpassing van 5G toepassingen in de maatschappij. De bij 5G steeds belangrijker worden behoefte aan veilige verbindingen, datatransmissie en -opslag om verder onderzoek. Binnen Nederland wordt sterk samengewerkt binnen de HTSM roadmaps Electronics en ICT. Op Europees niveau worden diverse tests voorbereid binnen het *5G Infrastructure Public Private Partnership* (5G-PPP), en binnen het H2020 / Horizon Europe programma is de verwachting dat er meer dan 200 miljoen euro beschikbaar komt voor internationale onderzoeksprojecten op het gebied van (Beyond) 5G. In de nationale en EU programma's zijn Nederlandse universiteiten, kennisinstellingen en industriële partijen zeer actief. Samenwerking op internationaal niveau is essentieel in mobiele communicatie, aangezien het gaat om een mondiale industrie met wereldstandaarden.

10. *Cross-over karakter.*

Een nationaal MJP van wereldklasse zal de beste onderzoekers bijeenbrengen. Dat betreft onderzoekers aan de 5G wetenschap en technologie zelf – vooral elektrotechnici, informatici, natuurkundigen en computer scientists – maar ook onderzoekers uit de disciplines economie (nieuwe business modellen) en maatschappij/juridisch (beleidsvorming, met name mbt. verticals en/of neutral hosts). In elk van deze disciplines roept 5G fundamentele vragen op: waar opportuun zijn combinaties van disciplines wenselijk. Omdat 5G veel, zo niet alle, bedrijfstakken en sectoren van de maatschappij zal raken, zijn diverse cross-overs met organisaties mogelijk die een 5G innovatiebehoefte van internationaal niveau hebben. Bij het onderzoek naar beyond-5G en 6G technologieën en systemen is het essentieel dat er samengewerkt wordt met de toepassingsgerichte disciplines zoals tele-robotics, tele-surgery, autonome verkeers- en transportsystemen, real-time control van complexe industriële processen, etc.

11. *Benodigde gemiddelde jaarlijkse financiering en commitments voor periode 2020-2024*

Bron	Totaalbedrag (in mln EUR per jr)	Waarvan reeds gecommitteerd	Waarvan te mobiliseren
<i>Private middelen</i>	95	17	78
<i>PPS toeslag</i>	5	1.5	3.5
<i>TO2 middelen (TNO only)</i>	9.6	9.6	
<i>NWO</i>	3	1	2
<i>Universiteiten/hogescholen</i>	13	13	
<i>Regionale middelen (provincie, gemeente)</i>			
<i>Departementale middelen</i>	45	45	
<i>EU middelen</i>	65	25	40
<i>ROMs en InvestNL</i>			
<i>Anders, namelijk:</i>			
Totaal bedrag	235.6	112.1	123.5

3. Valorisatiestrategie voor Digitale Sleuteltechnologieën

3.1. Inleiding

Onderzoek en ontwikkeling van digitale sleuteltechnologieën kan waarde creëren doordat het transformatie van bestaande waardeketens (b.v. Uber) dan wel creatie van nieuwe waardeketens (b.v. Facebook) mogelijk maakt. Valorisatie is niet toe te schrijven aan onderzoek en ontwikkeling van nieuwe technologie alleen. Valorisatie is het gevolg van een goed gekozen business model (business model innovatie) rondom een attractieve toepassing die gebruik maakt van unieke sterktes van onderliggende technologie. Naast deze marktgerichte benadering van valorisatie is het creëren van digitaal talent een langdurige bron van waarde-creatie. En dan met name talent dat in staat is om de potentie van digitale technologieën te doorgronden en gelijktijdig in staat is te denken in waardeketens. Deze vorm van waarde-creatie wordt beschreven in hoofdstuk 4, de zogenaamde Human Capital Agenda.

3.2. Karakterisering van innovatie-ketens

De ICT-sector kent een grote diversiteit aan stakeholders, elk met eigen kenmerken en aanpak bij valorisatie en waardecreatie. Voordat wij ingaan op de specifieke strategie-elementen voor digitale sleuteltechnologieën, kenschetsen wij eerst de verschillende stakeholders.

1. Bedrijven en organisaties waarvoor één of meerdere digitale sleuteltechnologieën belangrijk en urgent zijn. Deze partijen móeten handelen en proberen zover mogelijk naar voren in de onderzoek- en ontwikkelingsgolf te komen en te blijven om reden van de natuurlijke waardevermindering van technologie als functie van de tijd. ('*commoditization*').
 - Dit zijn bedrijven die zelf in R&D labs (aspecten van) de sleuteltechnologie ontwikkelen voor eigen operatie of voor producten aan derden; deze sector van technologiebedrijven is niet zo erg groot in Nederland. Met deze bedrijven wordt veelal met kennisinstellingen een gezamenlijke technologie roadmap opgezet, waarbij er soms sprake is van specifieke onderwerpen waarop men zich in Nederland (tov R&D van deze bedrijven in andere landen) concentreert. Voorbeelden: Thales, Philips, Shell, ASML, NXP, ...
 - Het betreft ook bedrijven of organisaties waarvoor digitale sleuteltechnologie een mogelijke bedreiging vormt wanneer men zelf geen kennis in huis heeft. Andere partijen in de markt kunnen door toepassing van een digitale sleuteltechnologie de rol van betreffende partij bedreigen of zelfs overnemen. Er is de noodzaak om diepe kennis van de potentiële impact van een digitale sleuteltechnologie zélf in huis te hebben en daarop te acteren. Er is dan veelal sprake van use-inspired (fundamenteel) onderzoek. Voorbeelden: retail sector (AI), fintech (blockchain), big data (ziekenhuizen), ...

Veelal dragen deze organisaties in hoge mate bij aan de onderzoeksfinanciering, van 50% partnership programma's tot 100% contract research. Valorisatie met deze partijen is direct, gaat vrijwel altijd via één-op-één cont(r)acten, en bedrijf of organisatie die financiert heeft vrijwel altijd in-house absorptiecapaciteit voor de ontwikkelde kennis. Personeel op het project is vaak op locatie van de kennisinstelling en bedrijf/organisatie werkzaam. Resultaten zijn veelal gevat in concrete deliverables, zoals demonstrators, prototypes van (deel)systemen, en volledige analyses van grote data sets. Patenten spelen in slechts een beperkt aantal samenwerkingen een rol. In een aantal gevallen betreft het hier ook buitenlandse organisaties die door specifieke kennis in Nederland aangetrokken worden. Valorisatie naar andere partijen is mogelijk omdat wetenschappelijke resultaten altijd gepubliceerd worden.

2. Bedrijven en organisaties waarvoor een één of meerdere digitale sleuteltechnologieën belangrijk zijn maar nog niet urgent. Het gaat hier om bedrijven die op termijn gebruik zullen gaan maken van digitalisering om hun business, processen, et cetera efficiënter, goedkoper, beter te maken. Maar er is geen noodzaak om dat direct te doen omdat er geen sprake is van een directe noodzaak tot digitale transformatie. En veelal betreft men in latere fasen oplossingen van technologiepartijen, aangepast aan eigen wensen. Deze

partijen zijn daarom veelal wel geïnteresseerd in ‘in de keuken meekijken’, om zo het eigen kennisniveau op pijl houden, regelmatig in de vorm van meerjarige samenwerking. Er is meestal geen sprake van een technologie-roadmap, maar wel van digitaliseringsvraagstukken. Samenwerking vindt vaak plaats door kennisuitwisseling van teams van onderzoekers en bedrijven, bijvoorbeeld in NWO programma’s, Europese kaderprojecten, en projecten gefinancierd door de PPS toeslagregeling. Beperkte exclusiviteit van IP en publicatie van projectresultaten maken brede valorisatie mogelijk. Binnen de projecten zelf is de belangrijkste vorm van valorisatie veelal eerder het aantrekken van talent met de betreffende kennis dan zelf deze kennis breed in de organisatie te verspreiden en direct toepassen. De in-house absorptiecapaciteit is meestal beperkt tot innovatie-afdelingen. Deze partijen zoeken risicospreiding bij financiering van onderzoek en valorisatie, en gaan vaak niet verder dan 15-30% financiering van een project. Voorbeelden hiervan zijn overheden en bedrijven van midden tot groot formaat in vrijwel alle sectoren. Ook veel van de digitaliseringsvraagstukken van missies vallen in deze categorie. Blockchain (overheid) en Commit2Data (ten dele) zijn voorbeelden van deze programma’s. Veel van de vallen ook in deze vorm van pre-competitieve samenwerking. Patenten spelen vrijwel nooit een rol.

3. Start-ups, midden en kleinbedrijf is veelal innovatie-volgend. Deze partijen kunnen veelal niet met meerjarige onderzoeksprogrammering werken. Is te duur, duurt te lang. Voor deze partijen zijn een één of meerdere digitale sleuteltechnologieën belangrijk maar vooral vanwege een geïdentificeerde kans op nieuwe business. Kenmerkend is dat deze partijen een duidelijke rol als afnemer van sleuteltechnologie ontwikkeling vervullen, maar dat dan slechts voor een korte periode doen en gericht op een specifieke tool, design methode, of data set. Hiervoor hebben verschillende modellen hun nut bewezen. Via acties op het gebied van bewustwording, werkplaatsen en regionale innovatiehubs, zoals er zijn voor big data en smart industry, wordt dit deel van het bedrijfsleven meegenomen. In het Commit/ programma (2012-2017) zijn twee succesvolle modellen ontwikkeld. Ten eerste, het z.g. ‘ronde tafel model’: gedurende een project met langjarige looptijd schuiven start-ups en MKBs voor enige tijd aan, en dragen bij aan de matching van het project gedurende die periode. Na voldoende kennis geabsorbeerd te hebben, vertrekt men om deze kennis in eigen huis verder te valoriseren. Ten tweede, de kortlopende valorisatieprojecten (‘sprints’) waarbij kennis over een specifiek aspect van een sleuteltechnologie door een start-up of MKB tot volwassen prototype op TRL niveau 5-6 wordt gebracht met beperkte subsidie (25-50 k€). Dit model is analoog aan het NWO Take-off instrument om onderzoeksresultaten naar de markt brengen. Tot slot zijn initiatieven als StartupDelta, Yes!Delft en EIT Digital belangrijk bij coaching en het behartigen van de belangen van start-ups en scale-ups.
4. Grote en kleine consultancy en adviesorganisaties houden relatief veel afstand van privaat-publieke samenwerking. Valorisatie van kennis richting deze organisaties gaat vrijwel exclusief via het aantrekken van talent.
5. Kennisvalorisatie van digitale sleuteltechnologieën vindt ook plaats richting andere wetenschapsgebieden, zoals sociale wetenschappen, natuurkunde en astronomie, en gezondheidszorg. Het gaat dan om de inzet van digitale sleuteltechnologieën ten behoeve van het versnellen van onderzoek in deze wetenschapsgebieden. Het eScience Center verzorgt de valorisatie van kennis over (met name) big data, efficiënt computing en data handling richting deze wetenschapsgebieden. Daarnaast bestaan er bij de meeste universiteiten multidisciplinaire (soms interuniversitaire) initiatieven waarbij digitale sleuteltechnologieën gevaloriseerd worden in andere – digitaliserende – wetenschapsgebieden. NWO heeft in toenemende mate multidisciplinariteit van onderzoek hoog in het vaandel ter bevordering van kruisbestuiving en valorisatie over wetenschappelijke disciplines.

3.3. Strategie valorisatie van digitale sleuteltechnologieën

De maatschappelijke thema's zijn per definitie waardevol, realisatie daarvan is dus een vorm van waarde-creatie. Die waarde-creatie kan aanzienlijk worden beïnvloed door het creëren van digitale platforms die hergebruikt kunnen worden en zich continu verbeteren en uitbreiden. Dat vraagt om systeem-inzicht, niet louter om unieke differentiërende technologie. De voorliggende visie en bijdrage Team ddd herkent deze noodzaak en heeft naast de digitale sleuteltechnologieën ook systeemintegratie opgenomen als sleuteltechnologie.

Voorts is essentieel dat digitale sleuteltechnologie qua potentie wordt benut, niet slechts het analoge paard voor de wagen vervangt door een digitaal paard maar de disruptie teweeg brengt van een autonoom rijdende wagen. De voorliggende visie en bijdrage Team ddd herkent de noodzaak om, in dialoog met de wetenschap, entrepreneurs zogenaamde business canvas modellen te laten uitwerken en zodoende de impact van de technologie maximaal uit te nutten.

Juist voor digitale sleuteltechnologieën heeft de weg naar de markt lang niet altijd een voorspelbaar verloop, derhalve moet het innovatie-systeem flexibel worden opgezet. Dit vergt dat in projectvoorstellen met grote overheidsinvestering ruimte moet worden ingebouwd voor deelname van partijen later in het traject. Projectcontracten moeten deze ruimte bieden en matchingsvereisten moeten daarop afgestemd zijn. Juist voor nieuwkomers, uitdagers, innovatief MKB en start/scale-ups is het van belang dat naast de langjarige en roadmapped projecten er voldoende flexibiliteit en (financieel/contractueel) instrumentarium is om kortlopend participatie in MMIPs en sleuteltechnologie projecten mogelijk te maken.

3.4. Best practice - Smart Industry fieldlab aanpak

Binnen het Meerjarenplan Smart Industry staat de fieldlab aanpak centraal. Binnen een ecosysteem van 40 fieldlabs, gecombineerd tot 5 regionale Smart Industry Hubs zijn 600+ bedrijven aangesloten. Binnen dit ecosysteem wordt samenwerking gestimuleerd en kennis uitgewisseld. Fundamentele vragen (TLR 1-4) die afkomstig zijn uit het bedrijfsleven, huidige en toekomstige fieldlabs worden onderzocht en tot ontwikkeling gebracht om te komen tot een hoger TLR-niveau (5-8). Andersom kunnen nieuwe kennisvragen van bedrijven in de fieldlabs worden ingebracht in grotere kennis- en innovatieprogramma's voor specifieke digitale technologieën (in PPS-verband). Digitale technologieën binnen de sleuteltechnologie Smart Industry zoals digital twinning, augmented/virtual reality, (industrial) data spaces, blockchain en AI-toepassingen zoals zero-defect productie, condition-based maintenance en (industriële) logistiek.

Binnen dit fieldlab ecosysteem zijn ook tientallen skills labs opgezet met de focus op het versterken van digitale vaardigheden. Het bundelen van de krachten door het bedrijfsleven en onderwijs op het snijvlak van onderwijs en arbeidsmarkt is doel wat de skills labs willen realiseren.

4. Human Capital Agenda

4.1. Een groeiend tekort aan ICT-professionals en krapte op de arbeidsmarkt

De in de voorgaande hoofdstukken beschreven kennis wordt veelal ontwikkeld in wetenschappelijk instituten en in samenwerking met bedrijven, die daarin investeren. Naast de uitdaging die er in Nederland ligt om voor deze kennisontwikkeling wetenschappelijke toptalent aan te trekken en te behouden, speelt breder het steeds groter wordende probleem van het tekort aan ICT-professionals, die deze kennis in de volle breedte van organisaties kunnen inzetten. Door de verbreding van de inzet van de ICT-sleuteltechnologieën en vergaande digitalisering in alle sectoren is dit tekort al lang geen probleem meer van alleen de ICT-sector, maar juist een sector-overstijgende uitdaging. Er is in de volle breedte van de arbeidsmarkt een grote behoefte aan ICT-professionals met de juiste kennis en vaardigheden. Continue ontwikkeling van mensen en om- en bijscholing zijn hierdoor ook steeds belangrijker geworden.

Om de arbeidsmarktontwikkelingen te volgen, zal de Human Capital Agenda (HCA) ICT gebruik maken van pr-EDICT², de monitoringtool van CA-ICT, het Opleidingsfonds Arbeidsmarkt ICT. Dit tool geeft inzicht in instroom en doorstroom van ICT-opleidingen op mbo, hbo en wo-niveau, in de mobiliteit van personeel tussen, van en naar ICT-sectoren en in de ontwikkeling per beroepsgroep. Tevens zal een analyse gemaakt worden op basis van de resultaten van het arbeidsmarktonderzoek ICT, in samenwerking met CA-ICT, Nederland ICT en CIO Platform Nederland en de betrokken topsectoren.

Met de huidige tekorten op de arbeidsmarkt en capaciteitsproblemen in het hoger onderwijs, neemt de urgentie toe. Samenwerking tussen alle belanghebbende is daarbij noodzakelijk om tot een versnelling en verbreding van de HCA-aanpak te komen.

4.2. Een gezamenlijke HCA opgave: drie actielijnen en samenwerking stimuleren

De HCA ICT draagt via een drietal actielijnen draagt bij aan kennis- en talentontwikkeling en het beschikbaar komen van voldoende goed gekwalificeerde ICT-professionals. Daarnaast wordt de netwerkfunctie versterkt en worden benodigde stakeholders verbonden aan het behalen van de doelen. Het verstevigen van de samenwerking is nodig om de benodigde versnelling aan te brengen, alle stakeholders moeten hun verantwoordelijkheid nemen. De drie actielijnen waarlangs de HCA ICT vanuit het Team dutch digital delta werkt³, zijn als volgt.

1. Regionale samenwerking stimuleren

Het doel is competenties van afgestudeerden beter laten aansluiten op de vraag van de arbeidsmarkt en kwaliteit van het onderwijs verbeteren (o.a. curriculumvernieuwing, docent instroom en professionalisering). Dit wordt bereikt door de aansluiting van het ICT-bedrijfsleven met het beroeps- en hoger onderwijs te versterken. Regionale samenwerkingen tussen het (MKB) bedrijfsleven en het onderwijs wordt gestimuleerd en het aantal ICT-centra in het beroeps- en hoger onderwijs wordt verhoogd, met als voorbeeld de Centra voor Innovatief Vakmanschap (CIV) binnen het MBO en de Centers of Expertise (CoE) binnen het HBO die gezamenlijk een lerend netwerk van publiek-private samenwerkingen (PPS-en) vormen binnen het landelijk dekkende netwerk Katapult.

2. Scholieren inspireren en informeren

Doel is het vergroten van interesse voor IT-gerelateerde beroepen. Het is van groot belang dat kinderen en jongeren digitaal geletterd worden, dat zij goede informatie krijgen over de arbeidsmarkt voor ICT'ers en over nieuwe beroepen waarin digitale technologie een belangrijke rol speelt. Dan kunnen ze goede keuzen maken voor vervolgopleidingen zijn voorbereid op (grotendeels nog onbekende) beroepen van de toekomst. We zetten in op een groei van het aantal professionals die gastlessen verzorgen en van scholen die gebruik maken van de gastlessen. Reeds nu zijn 160 bedrijven en 225 IT-professionals betrokken. Op deze manier worden scholieren op middelbare scholen geïnspireerd en geïnformeerd over de mogelijkheden die digitalisering en de arbeidsmarkt voor ICT'ers biedt.

3. Kennisoverdracht nieuwe technologieën

Daar waar het middelbaar en hoger (beroeps)onderwijs continu inspeelt op vernieuwende technologieën, is voor het bedrijfsleven het door ontwikkelen van het bestaande arbeidskapitaal cruciaal bij het terugdringen van tekorten op de arbeidsmarkt. Werkgevers én werknemers moeten zich inzetten om kennis bij te schaven en investeren in nieuwe technologieën waar die relevant zijn voor de organisatie. De Dutch Blockchain Coalition (DBC) heeft een Blockchain in a Day programma ontwikkeld, en een teach-the-teacher programma gericht op versnelling van curriculum-ontwikkeling in het onderwijs. Komende jaren worden deze activiteiten uitgebreid naar andere sleuteltechnologieën, met als focus Artificial Intelligence en Big Data.

² <https://pr-edict.nl/algemeen-pr-edict>

³ <https://dutchdigitaldelta.nl/hca-ict>

Naast deze drie actielijnen, is het verbreden en aanjagen van de samenwerking in de komende jaren een belangrijke activiteit van de HCA ICT. De HCA uitdagingen zijn breder dan we alleen met deze drie actielijnen kunnen aanpakken en ook breder dan alleen de ICT-sector; 70% van de ICT'ers werkt immers in andere sectoren dan de ICT-sector. Dit betekent dat de HCA ICT zich zal inzetten voor het aanjagen en realiseren van steun voor initiatieven van stakeholders, gericht op:

- Vergroten van de capaciteit van het hoger (beroeps- en wetenschappelijk) onderwijs;
- Het behouden van internationale studenten in Nederland;
- Verbeteren van doorstroom en verminderen van uitval;
- Opleiden en inzetten van hybride docenten om tekorten docenten te verminderen;
- Intensivering van de samenwerking tussen topsectoren.

4.3. Urgentie neemt toe: intensiveren van de aanpak en samenwerking

In de huidige samenwerking binnen de HCA ICT en tussen de HCA's van de topsectoren wordt duidelijk dat de urgentie voor de HCA ICT toeneemt. Bovenstaande activiteiten die nu lopen, zijn onvoldoende om de problemen op een effectieve manier aan te pakken. Om die reden willen we deze KIA periode inzetten op intensivering van de aanpak en samenwerking door in ieder geval de volgende activiteiten:

- In overleg met Techniepact inzetten op het verbreden van de samenwerking op het gebied van ICT/digitalisering. Met Techniepact wellicht inzetten op een Digitaliseringspact. We hebben dezelfde doelstellingen (meer instroom bewerkstelligen, tekort aan goed gekwalificeerde mensen oplossen), digitalisering raakt alle sectoren en in de aanpak van de HCA ICT is er meer uit de samenwerking te halen.
- Een trekkende rol nemen in de totstandkoming en daarna uitvoering van het PvA / de roadmap Human Capital van de topsectoren die in 2019 wordt opgesteld.
- Verstevigen van de samenwerking op het gebied van een Leven lang Ontwikkelen, waar de SER in opdracht de ministeries OCW en SZW werkt aan een actieagenda.

5. Internationalisatie

Nederland is één van de internationale koplopers in de digitale revolutie, maar de ontwikkelingen in de rest van de wereld gaan hard. Om ervoor te zorgen dat Nederland voorop blijft in het benutten van de digitalisering is het nodig dat de Nederlandse ICT-sector kansen benut. Nederland kan een bijdrage leveren aan mondiale uitdagingen, zoals bijvoorbeeld gezondheid en voeding, door ICT-oplossingen te leveren, kennis internationaal te ontwikkelen en aan te trekken en Nederland als een safe place for doing business te positioneren.

Om deze ambities te realiseren zal er in 2019 een strategische internationaliseringsagenda worden uitgebracht op initiatief van EZK met focus op meerjarige internationale samenwerking (business-business, kennis-kennis en overheid-overheid) voor een beperkt aantal landen en marktsegmenten, voor een betere benutting van exportkansen en voor het aantrekken van buitenlandse innovatieve en door ICT-gedreven bedrijven met aanvullende kennis en kunde naar Nederland.

De uitgangssituatie daarvoor is goed. Nederland heeft een sterke internationale concurrentiepositie door een ICT-infrastructuur en door ICT-onderzoek van wereldklasse en verder door een goed opgeleide beroepsbevolking, een bevolking die digitalisering omarmt, goede samenwerking tussen ondernemers en onderzoekers en een actieve overheid. Nederland is op veel gebieden een proeftuin voor innovaties.

5.1. Strategische doelen voor een meerjarige en gerichte aanpak

Voor kansen voor internationalisering zijn de volgende strategische doelen relevant:

- A. Verdienvermogen van het Nederlandse bedrijfsleven vergroten door Internationale handelsbevordering op markten met duidelijk kansen en rol voor de Nederlandse ICT-sector.
- B. Nederlandse kennis- en innovatiebasis versterken door internationale samenwerking op kennis en innovatie in meerjarige samenwerkingsverbanden.
- C. Strategische acquisitie van buitenlandse bedrijven naar Nederland via NFIA (EZK).
- D. Sterke en eenduidige branding van Nederland als safe place for doing business.

A. Internationale handelsbevordering voor en door bedrijven en brancheverenigingen

Nederland is een relatief kleine markt. In de ICT-sector, waar schaalvoordelen vaak van groot belang zijn om de concurrentie aan te kunnen, is het dus extra belangrijk om toegang te krijgen tot meer markten dan alleen de Nederlandse. Er zijn veel instrumenten beschikbaar die import en export makkelijker maken. Maar een gecoördineerde en gefocuste aanpak voor de handelsbevordering in de ICT-sector bestaat nog niet. Om toegang te krijgen tot markten waar er duidelijk grote kansen liggen voor Nederlandse bedrijven is het nodig om hier gericht op in te zetten, o.a. door de overheid.

B. Internationale samenwerking bij kennis en innovatie met bedrijven, kennisinstellingen en overheden

ICT ontwikkelt zich snel en oplossingen van gisteren kunnen morgen achterhaald zijn. Ook is digitalisering bepalend voor de innovatie van sectoren, zoals financiële dienstverlening, zorg, energie, high-tech en logistiek. Het bieden van de ICT-oplossingen van morgen vereist een sterke kennis- en innovatiebasis. Nederland kent al goede samenwerking tussen kennisinstellingen, overheid en bedrijfsleven op het gebied van onderzoek en innovatie. Nederland moet alert zijn om haar huidige sterke positie op het gebied van kennis en innovatie in digitalisering niet te verliezen. Om internationaal bij de koplopers te kunnen blijven horen, is het nodig dat er gericht over de grenzen wordt gekeken om kennis binnen te halen en innovaties de beste kans van slagen te geven. Door meerjarige pre-competitieve samenwerkingen te stimuleren tussen Nederlandse en buitenlandse kennisinstellingen, bedrijfsleven en overheden kan Nederland de concurrentie blijven bijbenen. Door hier gericht landen en (sub)sectoren te benaderen kan er een extra push worden gegeven. Actief meedoen met Europese programma's voor onderzoek en innovatie is van groot belang voor Nederlandse onderzoekers en ondernemers, zowel bij het ontwikkelen van high end kennis als bij valorisatie van kennis.

C. Strategische acquisitie van buitenlandse bedrijven naar Nederland via de NFIA (EZK) ism. regionale partners en onderzoeksinstellingen

Buitenlandse investeringen in Nederland zijn zowel direct (kapitaal en werkgelegenheid) als indirect (aanvullende kennis en kunde en ecosysteem) wenselijk voor een sterke Nederlandse ICT-sector. In opdracht van EZ zet het Netherlands Foreign Investment Agency (NFIA) zich via het aanvalsplan Digital Gateway to Europe in om dit voor ICT-investeringen te doen. Naast de direct positieve effecten van buitenlandse investeringen, zijn de indirecte effecten extra interessant voor de ICT-sector. Grote ICT-bedrijven trekken andere investeringen aan, zowel in productie als in kennis en innovatie. Hierdoor kan zowel het verdienvermogen als de kennis- en innovatiebasis versterkt worden. Daarom is het van belang dat strategische acquisitie een integraal onderdeel is van strategische internationalisering. Verwacht resultaat van het aanvalsplan voor de komende 4 jaar is de realisatie van 30 extra ICT hoogwaardige projecten. Het gaat hierbij om R&D-afdelingen, Europese Hoofdkantoren, Datacenters en Technical centers/ Engineering.

D. Sterke en eenduidige branding van Nederland als safe place for doing business o.a. via Team ddd.

Om te laten zien dat Nederland aantrekkelijk is voor bedrijven, talent en onderzoek, moet er worden ingezet op een eenduidige branding van Nederland als aanbieder van digitale oplossingen voor maatschappelijke uitdagingen. Door een overtuigende eenduidige boodschap uit te dragen wordt het gemakkelijker om Nederlandse bedrijven, kennisinstellingen en overheden als betrouwbare partners neer te zetten en Nederland als safe place for doing business te presenteren.

Rolopvatting Team ddd bij internationalisering

Team ddd richt zich op het versterken van de kennis- en innovatiebasis en publiek-private samenwerking en branding van Nederland. Team ddd kan ook meedenken over de ontwikkeling en realisatie van doelen voor handelsbevordering en strategische acquisitie en over de integrale internationaliseringsaanpak. Handelsbevordering moet worden gedaan door het bedrijfsleven en wordt ondersteund door verschillende instrumenten van de ministeries van Buitenlandse Zaken en van Economische Zaken (EZK), zoals het postennetwerk en regelingen. Strategisch acquisitiebeleid wordt gericht gedaan vanuit EZK (NFIA). Op initiatief van EZK wordt ook gewerkt aan een integrale strategische internationaliseringsaanpak, omdat het vroegtijdig delen van basiskennis over onderwerpen, reisagenda's, overwegingen, stakeholders en aanpakken, de effectiviteit kan vergroten van vaak op adhoc basis geïnitieerde internationale contacten.

5.2. ICT-focusgebieden

ICT is een key enabling technology met grote impact. De ICT-markt is groot. Voor deze agenda is de ICT-markt (aanbodzijde) onderverdeeld in focusgebieden. Daarbij is gekeken naar concurrentiekracht, potentiële groei, sterktes van Nederland en strategisch belang, zoals impact op maatschappelijk relevante domeinen en (nationale) veiligheid. De aanpak heeft betrekking op de volgende focusgebieden:

- ICT-gedreven diensten, producten (soft- en hardware) en platforms;
- Datacenters & Cloudcomputing;
- Cybersecurity;
- Big data, Artificiële Intelligentie en Blockchain.

ICT-gedreven diensten, producten (soft- en hardware) en platforms

De verkoop en gebruik van goederen veranderden steeds meer in de afname van diensten: servitization of anything-as-a-service. De verkoop van auto's wordt meer en meer mobility-as-a-service, kopen van lampen veranderen in lighting-as-a-service en de verkoop en onderhoud van machines in productielijnen veranderen in het betalen voor de uptime van een machine. Tegelijk worden steeds meer diensten gedigitaliseerd en spelen digitale platforms een belangrijke rol in het efficiënt bijeenbrengen van vraag en aanbod voor (digitale) diensten en goederen. Een voorbeeld is digitalisering in de industrie (SmartIndustry/Industry 4.0). Nederland zet hierbij

onder andere in op predictive maintenance, mechatronics, smart design en additive manufacturing.⁴ Ook in andere sectoren betekent digitalisering meer vraag naar software, hardware en integrale ICT-oplossingen. In Nederland zien we dit met name terug in sectoren als landbouw, logistiek, financiële dienstverlening, zorg en energie. Daarom is het belangrijk dat Nederland zich internationaal profileert als een land waarin er kennis en bedrijvigheid is voor ICT-oplossingen voor de nieuwe economie.

Datacenters & Cloudcomputing

Digitale infrastructuur is de basis voor een sterke ICT-sector en een bloeiende digitale economie. Nederland heeft hier al een uitstekende uitgangspunt voor; het internetknooppunt AMS-IX is één van de grootste internetknooppunten ter wereld en geeft bedrijven de mogelijkheid om te profiteren van razendsnelle verbindingen en Nederland heeft een excellente dekking voor mobiel internet. Maar een ander belangrijk onderdeel van de digitale infrastructuur zijn datacenters en cloudcomputing. Nederland is voor buitenlandse datacenters/cloud computing bedrijven een aantrekkelijk vestigingsland omdat het één van de meest 'cost competitive' landen is op het gebied van software development en een wereldleider in het gebruik van nieuwe elektronische diensten (denk aan Internetbankieren) is. Verder heeft Nederland één van de meest volwassen, effectieve cybersecurity beleidskaders in de wereld (zie hieronder). Dit is cruciaal in de implementatie van datacenters en cloud diensten. Door hier zowel in te zetten op kennis en innovatie voor efficiëntere en groenere dataopslag- en verwerkingsoplossingen als Nederlands als aanbieder rondom cloudontwikkelingen als software-as-a-service neer te zetten, kan dit focusgebied een belangrijke bijdrage geven aan het verdienvermogen van Nederland.

Cybersecurity

Cyber security is in korte tijd één van de belangrijkste onderwerpen geworden binnen de ICT. De verwachting is dan ook dat de uitgaven aan cyber security diensten en -producten fors zal stijgen. Nederland heeft met de regio Den Haag een Europees cyber security cluster van formaat. Nederland is aantrekkelijk voor buitenlandse cybersecuritybedrijven, vanwege de vooraanstaande kennis op het gebied van smartgrids en SCADA (een type industrieel controlesysteem) en beveiliging van vitale infrastructuren (water, energie, bruggen etc.). Het is niet voor niets dat er al diverse Amerikaanse missies op dit gebied naar Nederland zijn geweest. Uit gesprekken met cybersecurity-experts komt naar voren dat nú het goede moment is om te proberen jonge nieuwe bedrijven en ondernemers aan te trekken. Over enkele jaren zullen er in de wereld cyber security clusters zijn ontstaan en is de mobiliteit van bedrijven veel minder. Ook op het terrein van internationale kennis- en innovatie liggen er kansen. Zo is het Nederlandse onderzoek op het terrein van cybersecurity hoog niveau, waarbij het belangrijk is dat we aangesloten zijn op internationale kennisbases en deze verder uitbouwen. Op dit moment lopen er goede contacten met landen als Singapore, met wie we samenwerking in publiek-private onderzoeksprogramma's en beschikbare budgetten proberen te 'leveragen' om zo een grote hefboom te creëren.

Big Data, Artificiële Intelligentie en Blockchain

Voorloper zijn in nieuwe technologieën geeft een competitive edge. Hoewel big data analyse, kunstmatige intelligentie (KI) en blockchain al een aantal jaren bestaan, begint het nu aan belang te winnen. Om de ICT-oplossingen van morgen te kunnen bieden is het belangrijk dat Nederland zich positioneert als aanbieder van ICT-oplossingen met Big Data, Artificiële Intelligentie en Blockchain. Voor big data lopen PPS-programma's als Commit2data (100 bedrijven doen mee) en regionale Big Data Hubs voor kennisoverdracht. Op het gebied van Artificiële Intelligentie is Nederland met name sterk op deep learning, computer vision, autonomous driving, natural language processing en voice recognition. Verschillende universiteiten bieden onderwijs en onderzoeksprogramma's van wereldklasse niveau aan en Nederland huist een aantal aansprekende AI-onderzoekslabs, zoals UvA-AholdDelhaize. Ook met blockchain-technologie heeft Nederland een goede uitgangspositie. De Dutch Blockchain Coalition is opgericht als nationaal publiek-privaat samenwerkingsverband om een schaa sprong te versnellen met steeds meer internationale contacten. Met blockchain is Nederland met name sterk in de sectoren logistiek, energie, fintech, landbouw en overheid.

⁴ <https://www.hollandhightech.nl/nationaal/innovatie/roadmaps/smart-industry>

5.3. Aanpak

In 2019 zal Duitsland centraal staan om ervaring op te doen met een integrale en meerjarige aanpak, die op initiatief van EZK wordt ontwikkeld. Daarvoor wordt samengewerkt met tal van partners: VNO-NCW, NL ICT, FME, Digitale Infrastructuur Nederland (DINL), Dutch Datacenter Association (DDA), the Hague Security Delta (HSD), NWO, TNOI, Universiteiten & Hogescholen, StartupDelta, Topsectoren (o.a. Team ddd, Team Smart Industry, Team HTSM,) en ministeries. Diverse instrumenten kunnen worden benut, zoals Europese calls, NWO-samenwerkingsprogramma's, innovatiemissies, strategische Beurzen- en Partners for International Business programma's van BZ, postennetwerk (ambassades), Innovatie Attachees, monitoring van agenda's voor inkomende bezoeken, strategische acquisitie van buitenlandse bedrijven naar Nederland via NFIA en eenduidige branding van Nederland als safe place for doing business and research. Nederland is een open economie en kent veel internationale verbindingen. Focuslanden zullen later in 2019 worden bepaald op basis van internationale concurrentiepositie (IMD Digital Competitiveness Index⁵, OECD Digital Economy Outlook⁶, Networked Readiness Index⁷), bestaande betrekkingen en netwerken met Nederland (innovatie attachés, postennetwerk, voorgaande handelsmissies), acquisitie door NFIA en indicaties uit het bedrijfsleven.

Europese samenwerking op het vlak van kennis en innovatie intensiveren

Europese stimulans voor Nederlandse sterktes met AI als voorbeeld

Om te kunnen profiteren van Europese programma's voor onderzoek en ontwikkeling en samenwerking met andere lidstaten, is het relevant dat Nederlandse ecosysteem (bedrijven, kennisinstellingen, overheden en regio's) elkaar snel kunnen vinden en gericht samenwerken. Per thema's zal bekeken moeten worden met welke andere landen en initiatieven het beste samengewerkt kan worden in met name Europa.

Zo heeft de Europese Commissie op 7 december jl. een ambitieuze AI-aanpak gelanceerd (*coordinated plan*). Ingezet wordt op een forse investering van ten minste € 20 miljard aan publieke en private investeringen in onderzoek en innovatie op het gebied van AI tot en met 2020. In de periode 2021-2027 loopt dit op naar ruim € 20 miljard aan beoogde publieke en private investeringen per jaar. Dit bedraagt alle investeringen in de gehele EU (inclusief Noorwegen, Zwitserland en het VK). Zelf stelt de Commissie tot 2020 (bijdrage aan het kaderprogramma Horizon 2020) een bedrag van € 1,5 miljard beschikbaar voor AI, een verhoging van 70 procent vergeleken met de periode 2014-2017.

AI als onderdeel van lopende Europese programma's voor onderzoek en ontwikkeling.

Horizon 2020. Binnen Horizon 2020 is een totaal budget van € 600 mln. voor AI-gerelateerde activiteiten beschikbaar. Zo is binnen het LEIT ICT programma circa € 300 mln. aan EU-ondersteuning beschikbaar voor o.a. "AI excellence centres, AI on demand platforms, AI for manufacturing, big data technologies, (ook blockchain), robotics en internet of things". In de overige H2020 werkprogramma's (NMBP, Space en de Societal challenges) is eveneens een bedrag van circa € 300 mln. beschikbaar voor AI R&D.

Toekomstig onderzoek voor AI via Horizon Europe en Digital Europe

Voor de volgende lange termijn begroting van de EU (2021-2027) heeft de EU voorgesteld om ten minste € 7 miljard uit Horizon Europe en het Digital Europe-programma te investeren in AI. Dit jaar zal een gemeenschappelijke strategische onderzoeks- en innovatieagenda voor AI worden gepresenteerd door de EC (te starten in 2020). Onderdeel van Horizon Europe zal naar verwachting de Joint Undertaking ECSEL 2 worden.

⁵ <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2017/>

⁶ <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9317011e.pdf?expires=1509633626&id=id&accname=ocid49027884&checksum=7934CE79BC74E103FF79F8A624F94E67>

⁷ <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/networked-readiness-index/>

Deze zal zich nog meer op AI richten. De Europese industrie heeft aangegeven een verdubbeling van de omvang van de Joint Undertaking na te streven.

EUREKA: De Eureka clusterprogramma's ITEA (Software intensieve systemen) en PENTA (micro-electronics) lopen in 2020 af en worden naar verwachting opgevolgd door nieuwe clusters die zich gecoördineerd zullen richten op AI. Nederland spant zich in het kader van zijn voorzitterschap van Eureka in om een herijking en vernieuwing van de Eureka clusterprogramma's te realiseren, met een gerichtheid op AI.

