



Kennis- en Innovatie Agenda
Sleuteltechnologieën
2024 - 2027

31 oktober 2023

Bezoekadres

Winthontlaan 2
3526 KV Utrecht
+31 (0)30 - 6001 328

Postadres

Postbus 3021
3502 GA Utrecht
The Netherlands

Kennis- en Innovatie Agenda **Sleuteltechnologieën**

2024 - 2027

31 oktober 2023



Inhoudsopgave

1. Doel KIA Sleuteltechnologieën	4
1.1 Achtergronden & totstandkoming KIA Sleuteltechnologieën in 2023	5
1.2 Behaalde successen 2020-2023	7
1.3 Missie en visie	8
1.4 Ambities en doelstellingen	9
2. Kader, omgeving en positionering	10
2.1 Sleuteltechnologieën voor technologische en economische positie van Nederland	11
2.2 Belang van sleuteltechnologieën voor thematische KIA's	12
2.3 Impact van sleuteltechnologieën op transitie	15
2.4 Strategische focus en koppeling Nationale Technologiestrategie	16
2.5 Valorisatie en marktcreatie	17
2.6 Ethical, Legal and Societal Aspects (ELSA)	19
2.7 Key enabling methodologies (KEM's)	21
2.8 Verbinding regionale en Europese initiatieven	22
2.9 Human capital	23
3. Implementatie	25
3.1 Governance	25
3.2 Uitvoering van programmering (inhoudelijk)	25
3.3 Instrumenten voor onze programmering (financieel)	27
3.4 Processen en overlegstructuren	31
3.5 Zichtbaarheid en communicatie	32
Bijlage 1: Evaluatie KIA Sleuteltechnologieën 2020-2023	33
Bijlage 2: Uitvraag rol van sleuteltechnologieën voor thematische KIA's	40
Samenvatting	40
Bijlage 3: Uitvraag per KIA	45
KIA E&C – Circulaire Economie	45
KIA E&C – Energietransitie	48
KIA Gezondheid & Zorg	51
KIA Landbouw, Water, Voedsel	54
KIA Veiligheid	57



1. Doel KIA Sleuteltechnologieën

Op weg naar de nieuwe KIA Sleuteltechnologieën

Met de Kennis- Innovatieagenda Sleuteltechnologieën (KIA Sleuteltechnologieën) sturen we op de programmering van onderzoek en ontwikkeling (R&D) en toepassing van sleuteltechnologie-onderwerpen. Daarmee willen we (fundamenteel) bijdragen aan de maatschappelijke uitdagingen en het economisch verdienvermogen.

Op 15 oktober 2019 werd de KIA Sleuteltechnologieën 2020-2023 gepubliceerd. Samen met de andere KIA's vormde die de basis voor het Kennis- en Innovatieconvenant 2020-2023 (KIC 2020-2023). In deze KIC-periode zijn veel publiek-private samenwerkingen, van klein tot zeer omvangrijk, opgezet voor innovatie in en met sleuteltechnologieën. Er is draagvlak en vertrouwen ontstaan voor samenwerking. Met deze innovaties op het gebied van sleuteltechnologieën is een belangrijke bijdrage geleverd aan de doelen van het missiegedreven innovatiebeleid.

Inmiddels is het speelveld rondom sleuteltechnologieën aanzienlijk veranderd. De overheid wil meer sturen op ontwikkeling van sleuteltechnologieën en stelt hiervoor de Nationale Technologiestrategie op. Het Nationaal Groeifonds geeft een stevige impuls aan sleuteltechnologieontwikkeling. En er is steeds meer aandacht voor de grote maatschappelijke transitie in Nederland. Daarom is het nodig om de KIA Sleuteltechnologieën te heroriënteren.

We streven naar een integratie van de Nationale Technologiestrategie in de aanpak van de KIA Sleuteltechnologieën, die in ontwikkeling is. We verwachten de publicatie vóór het einde van 2023 (zie ook pag. 35 NGF). Daarom beperkt deze KIA-update zich tot een beschrijving van onze aanpak en randvoorwaarden en zullen we de inhoudelijke agendering in een later stadium uitwerken.

Deze KIA Sleuteltechnologieën is opgesteld onder auspiciën van het Themateam KIA Sleuteltechnologieën. In dit document beschrijven we op welke wijze partijen de komende KIC-periode willen gaan samenwerken op het gebied van sleuteltechnologieontwikkeling.

Wat zijn sleuteltechnologieën

Het kenmerk van sleuteltechnologieën is dat ze een breed toepassingsgebied hebben of een groot bereik voor innovaties of sectoren.¹ Ze maken baanbrekende innovaties in processen, producten en diensten mogelijk en ze zijn relevant voor de wetenschap, de maatschappij en de markt. Daarmee zijn sleuteltechnologieën essentieel om maatschappelijke uitdagingen op te lossen en een grote bijdrage te leveren aan de economie.

¹ [Key enabling technologies \(europa.eu\)](https://europa.eu/key/enabling-technologies)



Kortom, sleuteltechnologieën:

- zijn breed toepasbaar
- zijn enabling en vernieuwend
- bieden zicht op toepassing in de middellange termijn
- hebben voldoende basis in het Nederlandse innovatiesysteem (universiteiten, kennisinstellingen, bedrijven, inclusief start-ups) zodat ze bijdragen aan het economisch potentieel en het oplossen van maatschappelijke vraagstukken voor Nederland op de lange termijn²

1.1 Achtergronden & totstandkoming KIA Sleuteltechnologieën in 2023

Overheidsbeleid

Generiek en specifiek innovatiebeleid

Innovatie levert een van de belangrijkste bijdragen aan economische groei, welvaart en vooruitgang op tal van maatschappelijke terreinen en vraagstukken. Om bedrijven aan te zetten tot innovatie, stimuleert en financiert de overheid onderzoek en ontwikkeling (R&D) bij publieke kennisinstellingen en bedrijven. Dat gebeurt met zowel generiek overheidsbeleid als in het missiegedreven innovatiebeleid. Met het missiegedreven innovatiebeleid richt de overheid het innovatiebeleid op het creëren van economische kansen binnen vijf grote maatschappelijke thema's: Energietransitie, Circulaire economie, Landbouw, water & voedsel, Gezondheid & zorg en Veiligheid.

Het missiegedreven innovatiebeleid wordt uitgevoerd met vijf Kennis- en Innovatieagenda's (KIA's) die zich richten op deze thema's. Daarnaast bestaan er drie KIA's die de thema's doorsnijden. Zij richten zich op sleuteltechnologieën, op digitalisering en op maatschappelijk verdienvermogen.

In de KIA Sleuteltechnologieën adresseren we de uitdagingen rond de vijf grote maatschappelijke thema's. Tevens richten we ons op duurzaam verdienvermogen. De kern van deze KIA is om de komende periode de nodige R&D daarop te organiseren.

In 2020 heeft het kabinet Rutte 3 het Nationaal Groeifonds (NGF) opgericht. Doel van het NGF is om te investeren in projecten die zorgen voor economische groei voor de lange termijn. Er is € 20 miljard beschikbaar voor (publieke) investeringen in projecten gericht op *kennisontwikkeling, en onderzoek, ontwikkeling & innovatie*.

² Gebaseerd op het TNO rapport 'Herijking sleuteltechnologieën 2023': www.kia-st.nl/_asset/_public/KIA-ST/Bijlagen/TNO-NWO-Herijking-Sleuteltechnologieen-apr-2023.pdf



Het NGF heeft ook als doel om via publieke investeringen op deze investeringsgebieden extra private investeringen aan te moedigen.

In nagenoeg alle NGF-projecten spelen sleuteltechnologieën een rol om de nodige transitie te realiseren (zie ook pag. 35 - NGF). Veel NGF-projecten stimuleren dan ook de ontwikkeling van sleuteltechnologieën. We zien daardoor een flinke toename van publieke (en private) investeringen in sleuteltechnologieën sinds de start van het Kennis- en Innovatieconvenant (KIC).

Met het innovatiebeleid wil de overheid ook kennis bij publieke instellingen valoriseren. Het beleid ondersteunt effectieve samenwerkingen in innovatie-ecosystemen om tot innovatieve toepassingen te komen en de ontwikkeling van start-ups en scale-ups.

Nationale Technologiestrategie

Om de technologische basis van Nederland te versterken moet Nederland keuzes maken in het technologiebeleid en bijbehorende investeringen. Daarom werkt het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) aan een Nationale Technologiestrategie.

Met de Nationale Technologiestrategie wil de overheid de inzet richten op prioritaire sleuteltechnologieën op basis van Nederlandse sterkten, relevantie voor het Nederlands verdienvermogen en de nationale autonomie en (economische) veiligheid. Maar belangrijk is ook de potentie van deze technologieën om maatschappelijke uitdagingen op te lossen. De Nationale Technologiestrategie is daarnaast bedoeld om verdere prioriteiten te stellen in het nationale technologiebeleid, waaronder de volgende rondes van het NGF en de Nederlandse inzet op Important Projects of Common European Interest (IPCEI's).³

De Nationale Technologiestrategie benoemt geprioriteerde sleuteltechnologieën. Hiervoor worden agenda's uitgewerkt, waarbij onder meer wordt ingegaan op vragen als: hoe ver staat de ontwikkeling van de sleuteltechnologie, hoe ziet het nationale en internationale ecosysteem eruit en wat zijn de ambities voor deze sleuteltechnologie op de middellange termijn?

Met onze KIA Sleuteltechnologieën willen we aansluiten op de agenda's uit de Nationale Technologiestrategie.

³ Kamerbrief Innovatie en impact (11 november 2022): www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/11/11/kamerbrief-innovatie-en-impact

1.2 Behaalde successen 2020-2023

Deze KIA Sleuteltechnologieën bouwt voort op de KIA uit de vorige KIC-periode. Daarom kijken we graag terug op wat er gerealiseerd is langs drie assen: activiteiten (waaronder projecten en programma's) direct voortvloeiend uit de KIA Sleuteltechnologieën 2020-2023, overige sleuteltechnologieprojecten en -programma's, en de positionering van ons Themateam. Deze evaluatie kunt u terugvinden in bijlage 1 en laat zien dat we enkele belangrijke successen hebben behaald:

- De gerealiseerde initiatieven en resultaten tonen aan dat programmeren op sleuteltechnologieën via de KIA Sleuteltechnologieën bijdraagt aan de vele innovaties op het gebied van sleuteltechnologieën en daarmee aan de doelen van het missiegedreven innovatiebeleid.
- Met de KIA Sleuteltechnologieën 2020-2023 hebben we een basisinfrastructuur opgezet van waaruit een palet aan sleuteltechnologie-activiteiten is ontstaan, van klein (individuele NWO-calls) tot zeer groot (zoals het NGF-programma NXTGEN Hightech).
- Door de samenwerking in de KIA Sleuteltechnologieën 2020-2023 is er draagvlak en vertrouwen ontstaan voor samenwerking op het gebied van sleuteltechnologieën. Daarmee hebben we ook de basis gelegd om gezamenlijk keuzes te maken.
- De PPS-toeslagregeling vormde een belangrijke stimulans voor sleuteltechnologie-ontwikkeling. Deze projecten hebben bijgedragen aan de ontwikkeling van nieuwe sleuteltechnologiegebieden en vormden het startpunt van een aantal grotere consortia en projecten.
- Key enabling methodologies (KEM's) verwierven een blijvende positie in de KIA Sleuteltechnologieën en creëren maatschappelijk draagvlak in alle KIA's.

Daarnaast hebben we verschillende mogelijkheden geïdentificeerd om de slagkracht en de impact van de KIA Sleuteltechnologieën nog verder te vergroten:

- De programmering in de vorige periode was bottom-up: de keuze voor onderwerpen kwam primair uit het veld. Vanwege externe en geopolitieke ontwikkelingen is het nodig dat het Themateam op een gebalanceerde manier top-down en strategische sturing geeft.
- Door de governance van de KIA Sleuteltechnologieën kunnen we op activiteiten focussen en ze helpen initiëren als het gaat om nieuwe, grote, relevante sleuteltechnologie-programma's. Een voorwaarde hiervoor is dat we tijdig op de hoogte zijn van initiatieven rondom nieuwe sleuteltechnologievoorstellen voor bijvoorbeeld het NGF en IPCEI's.
- De doorontwikkeling van KEM's gebeurt vooral binnen het ecosysteem rondom de KIA Maatschappelijk Verdienvermogen. Voor die doorontwikkeling is het daarom belangrijk dat de KIA Maatschappelijk verdienvermogen een goede voedingsbodem biedt (zie ook 2.7).
- In een publiek-private samenwerking (PPS) werken partijen aan de doorontwikkeling van sleuteltechnologieën. We moeten die samenwerkingsverbanden continueren en versterken in de nieuwe PPS-innovatieregeling. Succesvolle PPS-innovatieprojecten kunnen een goede basis vormen voor grotere consortia en (deel)projecten.



- Mkb-bedrijven werken mee aan de (door)ontwikkeling en toepassing van sleuteltechnologie. We moeten onderzoeken hoe we deze bijdrage verder kunnen stimuleren door financieringsinstrumenten binnen en buiten het missiegedreven innovatiebeleid toe te passen (zie ook 3.3).
- De governance van de KIA Sleuteltechnologieën moeten we richten op de continue versterking van de strategische positie van Nederland op het gebied van sleuteltechnologieën. Daarbij is de Nationale Technologiestrategie ons uitgangspunt. We moeten consistent werken aan onze voortgang en ernaar streven om een succesvolle positie te verkrijgen en te behouden, in lijn met de belangen van de KIC-partners.

Op basis van deze successen en de geïdentificeerde kansen stellen we de ambities en doelen voor de KIA Sleuteltechnologieën voor de periode 2024-2027.

1.3 Missie en visie

De missie en visie van de KIA Sleuteltechnologieën zijn:

Missie

In de KIA Sleuteltechnologieën verbinden wij kennisinstellingen, bedrijven en overheden. Sleuteltechnologieën zijn de motor voor de ontwikkeling van alle missies en topsectoren in het missiegedreven innovatiebeleid. We geven richting aan (inter)nationale samenwerkingen, bouwen aan ons innovatief ecosysteem, versterken netwerken en zijn mede-initiator van nieuwe programma's. Door onze gezamenlijke inzet zijn we een belangrijke partner in het overheidsbeleid. Daarbij is ook aandacht voor internationale verdienkansen en menselijk kapitaal.

Visie

- Met alle aangesloten partijen programmeren wij innovaties rondom het (door)ontwikkelen van alle sleuteltechnologieën zodat deze bijdragen aan oplossingen voor de maatschappelijke uitdagingen en het verdienvermogen van Nederland, nu en in de toekomst
- Wij bouwen ons strategisch frame voor de programma's verder uit waarin de Nationale Technologiestrategie een belangrijk kader vormt
- Wij adviseren de overheid over ontwikkelingen in sleuteltechnologieën



1.4 Ambities en doelstellingen

Op basis van alle ontwikkelingen heeft de KIA Sleuteltechnologieën de volgende ambities:

1. Wij herijken het strategisch frame van de KIA Sleuteltechnologieën op basis van de Nationale Technologiestrategie met als doel nieuwe Breedgedragen Programma's (BGP's) top-down te programmeren en te toetsen
2. Het Themateam stimuleert initiatieven om nieuwe BGP's te ontwikkelen - deze kunnen bestaan uit publiek-private samenwerkingen, potentiële aanvragen voor Europese en nationale funding en calls
3. Wij creëren overzicht en inzicht in sleuteltechnologie gerelateerde programma's en projecten in ons ecosysteem, van NGF-projecten en internationale projecten tot opkomende initiatieven en verder
4. Als het gaat om onderwerpen die beschreven zijn in een BGP, optimaliseren we met alle KIC-partners de valorisatieaanpak en identificeren we de mogelijkheden of noodzaak voor marktcreatie

2. Kader, omgeving en positionering

In hoofdstuk 1 hebben we het begrip sleuteltechnologieën gedefinieerd. Sleuteltechnologieën veranderen de manier waarop we leven, innoveren, produceren en ons geld verdienen ingrijpend en bieden tegelijkertijd kansen om problemen in de samenleving op te lossen.



Figuur 1: overzicht samenhang sleuteltechnologie met de missies van het missiegedreven innovatiebeleid, gebaseerd op de kamerbrief 'Herijkte missies van het missiegedreven innovatiebeleid', 30 mei 2023

Een sterke kennis-, innovatie- en uitvoeringsbasis voor (digitale) sleuteltechnologieën is een belangrijk doorsnijdend thema van het missiegedreven innovatiebeleid, zowel voor oplossingen voor de maatschappelijke missies als voor het toekomstig verdienvermogen.⁴

Kenmerkend voor sleuteltechnologieën is dat ze een vernieuwend en enabling karakter hebben. Maar het is ook nodig om ze tegelijkertijd een autonome positionering en stimulering te geven binnen het innovatiesysteem.

Met de Kennis- en Innovatieagenda (KIA) Sleuteltechnologieën innoveren we *in* sleuteltechnologieën die gericht zijn op maatschappelijke uitdagingen en dragen we bij aan de technologische en economische positie van Nederland. Daarnaast richten we ons op innovatie *met* sleuteltechnologieën om het duurzaam verdienvermogen van Nederland te vergroten. Innoveren *met* sleuteltechnologieën voor maatschappelijke uitdagingen gebeurt primair binnen de thematische KIA's.

⁴ www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken-en-klimaat/documenten/kamerstukken/2023/05/30/herijkte-missies-van-het-missiegedreven-innovatiebeleid, 30 mei 2023, p7.

Leeswijzer

In 2.1 beschrijven we de rol en het belang van sleuteltechnologieën voor de technologische en economische positie van Nederland. In 2.2 kijken we vervolgens naar de koppeling van sleuteltechnologieën met de maatschappelijke thema's. De koppeling van de KIA Sleuteltechnologieën met de grote transitie beschrijven we in 2.3. De achtergrond en totstandkoming van de Nationale Technologiestrategie die de komende periode richting geeft aan sleuteltechnologieontwikkeling, staat beschreven in 2.4. Willen we als maatschappij profiteren van innovaties op het gebied van sleuteltechnologieën, dan is de ontwikkeling van sleuteltechnologieën alleen niet voldoende. Ook valorisatie en marktcreatie zijn cruciaal (zie 2.5), net als ook ethische, juridische en maatschappelijke aspecten (ELSA) (zie 2.6) en key enabling methodologies (KEM's) (zie 2.7). In 2.8 gaan we in op de manier waarop we regionale en internationale initiatieven met elkaar verbinden vanuit de KIA Sleuteltechnologieën. In 2.9 besteden we aandacht aan human capital, een essentiële component om de plannen van de KIA Sleuteltechnologieën te realiseren.

2.1 Sleuteltechnologieën voor technologische en economische positie van Nederland

Sleuteltechnologieën zijn essentieel om de technologische en economische positie van Nederland te versterken. Ze maken baanbrekende proces-, product- en diensteninnovaties mogelijk en leveren daarmee een grote potentiële bijdrage aan de economie. Er ontstaan nieuwe bedrijvigheid en nieuwe markten, de concurrentiekracht wordt groter en de banengroei neemt toe. Een bekend voorbeeld is ASML. Het bedrijf ontleent zijn unieke positie aan diepgaand verworven kennis en beheersing van lithografie en optomechatronica.

Sleuteltechnologieën hebben een enabling karakter: ze kunnen voor verschillende toepassingen en maatschappelijke uitdagingen worden ingezet. Hierdoor kan de indruk ontstaan dat we sleuteltechnologie-ontwikkeling alleen met fundamenteel onderzoek (laag Technology Readiness Level; TRL) moeten stimuleren en dat het bij toepassing (hoog TRL) alleen gaat over maatschappelijke uitdagingen. Maar dat is niet zo. We moeten ons inspannen voor sleuteltechnologieën, van laag tot hoog TRL, want zo kunnen we allereerst *unieke posities in de waardeketen* verwerven en daarnaast *technologisch leiderschap* bereiken. Een korte uitleg.

Innovatie in sleuteltechnologieën leidt tot eindproducten waarmee we *unieke economische posities in waardeketens* realiseren. Neem opnieuw ASML. Het heeft een zeer succesvolle, autonome marktpositie opgebouwd op basis van de sleuteltechnologie optomechatronica. Hiermee weet ASML unieke lithografiemachines te maken (dus van laag naar hoog TRL). Deze machines leveren een belangrijke bijdrage aan het nationaal verdienvermogen. Met de chips die hieruit voortkomen kun je diverse producten maken, zoals mobiele telefoons (hoog TRL) die op hun beurt zelf weer bijdragen aan het verdienvermogen. Bovendien kun je met chips zonnecel-installaties (hoog TRL) maken, die bijdragen aan het oplossen van de maatschappelijke uitdagingen rond duurzame energie.



Als we zelfstandig inzetten op sleuteltechnologieën kan dit ook leiden tot *technologisch leiderschap en een open, strategische autonomie*. Op het gebied van de geopolitiek en veiligheid is er de laatste jaren veel veranderd. Topposities op het gebied van sleuteltechnologieën van bedrijven en kennisinstellingen (assets) helpen om de internationale positie van Nederland en de EU in dit veranderde speelveld te versterken. Daarom neemt het belang toe om meer van bovenaf gestuurde keuzes te maken in het technologiebeleid. Denk aan de Nationale Technologiestrategie (zie 2.4).⁵

Met de KIA Sleuteltechnologieën willen we de technologische en economische positie van Nederland versterken door samenwerkingsverbanden en programma's te initiëren en te faciliteren. Binnen deze programma's ontwikkelen partijen gezamenlijk nieuwe technologie en met deze nieuwe technologie kunnen we nieuwe markten ontwikkelen.

2.2 Belang van sleuteltechnologieën voor thematische KIA's

Sleuteltechnologieën spelen niet alleen een belangrijke rol voor de technologische en economische positie van Nederland, (zie 2.1). Ze zijn ook van belang om de doelstellingen te realiseren van de thematische KIA's: de KIA Klimaat & Energie, de KIA Circulaire Economie, de KIA Landbouw, Water, Voedsel, de KIA Gezondheid & Zorg en de KIA Veiligheid.

Je kunt vanuit twee perspectieven kijken naar het belang van sleuteltechnologieën voor de thematische KIA's. Eén: welke rol spelen sleuteltechnologieën voor de thematische KIA's en hun missies (innoveren *met* sleuteltechnologieën)? Twee: wat is de noodzaak van de doorontwikkeling van sleuteltechnologieën om de langetermijndoelen en missies van de thematische KIA's te realiseren (innoveren *in* sleuteltechnologieën)?

In onze gesprekken met de coördinatoren van de thematische KIA's hebben we beide perspectieven verder uitgewerkt. In de gesprekken zijn we ook ingegaan op de wijze waarop we kunnen samenwerken met de thematische KIA's. Daarnaast deed het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) een uitvraag op detailniveau naar het belang van de verschillende sleuteltechnologieën voor de specifieke missies van de thematische KIA's.

De resultaten van onze uitvraag staan in bijlage 2. Een samenvatting van de rol van de sleuteltechnologieclusters voor iedere thematische KIA's staat in figuur 2.

⁵ TNO-rapport 'Herijking sleuteltechnologieën 2023': www.kia-st.nl/asset/public/KIA_Sleuteltechnologieën/Bijlagen/TNO-NWO-Herijking-Sleuteltechnologieën-apr-2023.pdf



Sleuteltechnologiecluster	Circulaire economie	Energietransitie	Gezondheid & zorg	Landbouw, water & voedsel	Veiligheid
Advanced materials	Om (kritische) materialen te vervangen en biodegradable kunststoffen te ontwikkelen	Om apparatuur en installaties te verbeteren op het gebied van slijtage, efficiency, gewicht, sterkte, levensduur, kosten en opbrengsten			Breed van belang voor KIA Veiligheid
Photonics and optical technologies					
Quantum technologies					Quantum computing als bedreiging voor beveiliging
Digital and information technologies		Breed toepasbaar, oplossingen uit andere sectoren zijn eenvoudig toe te passen in de energiesector	Om zorg beter te organiseren op grond van goede, betrouwbare en bruikbare data	Onder meer om feitelijke gegevens te ontsluiten en modellering, voorspellen en digital twinning mogelijk te maken	Voor beslisondersteuning, surveillance en beveiliging, om situationeel overzicht te creëren en interventies te plannen
Chemical technologies	Om materiaalstromen bij afvalverwerking te scheiden, om materialen te analyseren en om bijvoorbeeld chemisch recyclen mogelijk te maken	Voor industriële toepassingen, zoals verbetering van bestaande reacties en van nieuwe grondstoffen en producten met nieuwe reacties		Onder meer om waterzuivering (verwijderen of afbreken van medicijnresten) en (bio)processing van biomassa mogelijk te maken	
Nanotechnology					
Life science and biotechnologies	Om afvalstoffen te verwerken, materialen te produceren, reststofstromen om te zetten in nuttige materialen en om belastende materialen te vervangen door biomaterialen		Voor onder meer diagnostiek, behandeling, geneesmiddelenonderzoek en leveringszekerheid	Voor onder meer plantenveredeling, bioprocessing van biomassa en eiwitproductie	
Engineering and fabrication technologies	Om sensoren te ontwikkelen voor afvalscheiding, voor system engineering op basis van het circulair denken over het maken van additieven en voor productstandaarden		Om mensen langer thuis te kunnen laten wonen, om de medisch specialistische zorg te ondersteunen, om zorg naar de eerste lijn te verplaatsen	Om infrastructuur te bouwen en voor robotics	Om misdaad te bestrijden en de samenleving te beveiligen op basis van een goede informatievoorziening, waarbij sensing relevant is

Figuur 2: weergave van de rol van de belangrijkste sleuteltechnologieclusters voor de thematische KIA's. Ga voor verdere details naar bijlage 2.



Het Themateam heeft deze uitvraag gebruikt als een van de bronnen om het strategisch kader te bepalen voor de activiteiten en programmering van de KIA Sleuteltechnologieën. Op deze manier kunnen we onze beperkte beschikbare tijd en middelen focussen op een select aantal relevante onderwerpen.

Hieronder geven we de meest relevante conclusies van deze uitvraag en de manier waarop we daar de komende periode invulling aan willen geven:

- Technologie is een essentieel middel voor de thematische KIA's om hun doelstellingen op korte en lange termijn te behalen. Sleuteltechnologie vormt dan ook een duidelijk zwaartepunt binnen de PPS-portefeuille en de Nationaal Groeifonds (NGF)-projecten gerelateerd aan de thematische KIA's. We moeten sleuteltechnologie binnen de thematische KIA's dus verder versterken.
- De interactie tussen de KIA Sleuteltechnologieën en de thematische KIA's kunnen we intensiveren om bovenstaand doel te bereiken. De uitvraag bij de thematische KIA's geeft een eerste beeld van waar de kansen voor inhoudelijke samenwerking liggen. Met toekomstige cross-over calls, zoals de NWO KIC (Kennis- en Innovatieconvenant) cross-over calls (pag. 28), geven we hier invulling aan. Thematische, regelmatig terugkerende gespreksrondes met het veld (zie 3.4), waaronder de thematische KIA's, stimuleren de interactie rondom sleuteltechnologieën tussen belanghebbenden. Als we de combinatie zoeken met een programmering door de thematische KIA's en de betrokkenheid van sleuteltechnologiepartners stimuleren, initiëren we daarmee bovendien nieuwe, relevante sleuteltechnologieontwikkeling.
- Versnippering van financiering en beleid beperkt de samenwerking en de innovatiesnelheid. Daarnaast is het belangrijk om Nederlandse initiatieven af te stemmen op het Europese en internationale speelveld. Het is daarom onze ambitie om met de KIA Sleuteltechnologieën het relevante speelveld in beeld te brengen.
- De thematische KIA's herkennen het belang van bijna alle sleuteltechnologieën en sleuteltechnologieclusters, vaak in combinatie met een of meerdere andere sleuteltechnologieën. Wat de specifieke combinatie is, hangt af van de beoogde toepassing. Het primaat voor de doorontwikkeling van deze sleuteltechnologieën ten behoeve van thematische toepassingen ligt daarmee bij de thematische KIA's. Daarbij is ook de maatschappelijke kant van de transitie relevant.



2.3 Impact van sleuteltechnologieën op transitie

In het Coalitieakkoord 2021-2025 is afgesproken om het missiegedreven innovatiebeleid te richten op de voor Nederland belangrijke, grote transitie: klimaat en energie, digitalisering en sleuteltechnologieën, en de circulaire economie.^{6 7}

Met de KIA Sleuteltechnologieën dragen we, naast onze autonome rol als doorsnijdende KIA, ook bij aan het oplossen van maatschappelijke uitdagingen. Sleuteltechnologieën zijn immers belangrijk voor de thematische KIA's (zie 2.2) en ondersteunen daarmee de grote transitie. Met de KIA Sleuteltechnologieën maken we de transitie mede mogelijk door de ontwikkeling van sleuteltechnologieën te stimuleren die essentieel zijn voor de thematische KIA's. Dit geldt met name voor de transitie rond klimaat en energie en de transitie rond de circulaire economie.

Digitalisering is een thema dat zowel voor alle maatschappelijke uitdagingen als voor het duurzaam verdienvermogen van Nederland van groot belang is. De KIA Digitalisering is in het leven geroepen om voldoende aandacht te geven aan deze brede transitie. Als onderdeel van de KIA Sleuteltechnologieën is een van de acht sleuteltechnologieclusters het cluster *Digital and information technologies*, waaronder zeven digitale sleuteltechnologieën vallen.

In de uitvoering van de KIA Sleuteltechnologieën in de KIC-periode 2024-2027 leggen we de nadruk op de prioritaire sleuteltechnologieën uit de Nationale Technologiestrategie. Om de voortgang van de digitale transitie te bespoedigen, is afgesproken dat de programmering op de digitale sleuteltechnologieën vanuit de KIA Digitalisering plaatsvindt. De (door)ontwikkeling van al deze digitale sleuteltechnologieën geeft zo een impuls aan de digitale transitie. In dat kader wordt ook het programmeren op de prioritaire sleuteltechnologie AI en data onderdeel van de KIA Digitalisering.

⁶ Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst. Coalitieakkoord 2021-2025: www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2022/01/10/coalitieakkoord-omzien-naar-elkaar-vooruitkijken-naar-de-toekomst, p 29: "We ondersteunen innovatieve 'startups' en 'scale-ups' en richten het missie gedreven innovatiebeleid op de drie grote transitie: klimaat en energie, digitalisering en sleuteltechnologieën, en de circulaire economie.

⁷ Kamerbrief Innovatie en valorisatie: www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/11/11/kamerbrief-innovatie-en-impact, p 17: "Deze maatschappelijke uitdagingen zijn onverminderd van belang. Het kabinet continueert daarom de inzet op de huidige thema's van het missiegedreven innovatiebeleid. Binnen deze thema's zal sterker de focus worden gelegd op de grote transitie op het gebied van klimaat- en energie, digitalisering en sleuteltechnologieën en circulaire economie, zoals het Coalitieakkoord aangeeft."

2.4 Strategische focus en koppeling Nationale Technologiestrategie

Onze technologische kennispositie is de basis van onze welvaart.⁸ Maar deze leidende positie staat onder druk.⁹ We moeten de technologische basis in Nederland versterken gezien de geopolitieke ontwikkelingen en afhankelijkheden binnen Europese en internationale waardeketens. Voor een klein land als Nederland vraagt dat om strategische prioritering en schaal. We moeten overheidsinvesteringen efficiënt benutten en daarbij rekening houden met de maatschappelijke transitie. Kortom, er is een heldere strategie op technologiebeleid nodig.

Met een aantal technologische speerpunten wil de overheid meer focus aanbrengen in het Nederlandse technologiebeleid en bijbehorende investeringen. Hiertoe heeft EZK het initiatief genomen om samen met stakeholders uit onderzoeks- en innovatie-ecosystemen een Nationale Technologiestrategie te ontwikkelen. Het doel van de Nationale Technologiestrategie is om voor een beperkt aantal prioritaire sleuteltechnologieën agenda's te maken om hun ontwikkeling en toepassing in Nederland te stimuleren. In de agenda's staat hoe we deze technologieën en het ecosysteem eromheen verder kunnen versterken en welke niches of toepassingen specifiek voor Nederland interessant zijn.

De prioritaire sleuteltechnologieën zijn bepaald door een combinatie van:

- hun potentie om een belangrijke bijdrage te leveren aan het verdienvermogen van Nederland
- hun potentie om bij te dragen aan het oplossen van de maatschappelijke uitdagingen¹⁰
- hun potentie om bij te dragen aan de nationale veiligheid en economische veiligheid
- het feit dat ze voortbouwen op aanwezige kennissterktes, bedrijfstakken en technologieën in Nederland

De Nationale Technologiestrategie is vooral bedoeld om een gerichte push te geven aan een beperkte set aan technologieën, waar we in de komende 10 tot 20 jaar het meest van verwachten. Op deze technologieën willen we extra focus en massa genereren met ons industrie- en innovatiebeleid. De intentie van ons Themateam is om de Nationale Technologiestrategie, en de agenda's daarbinnen, te omarmen en om via de KIA Sleuteltechnologieën mede uitvoering te geven aan de agenda's die binnen de Nationale Technologiestrategie zijn opgesteld.

⁸ 2. Science, technology and innovation policy in times of strategic competition | OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023 : Enabling Transitions in Times of Disruption | OECD iLibrary (oecd-ilibrary.org)

⁹ Zie bijvoorbeeld de Critical Technology Tracker van de Australische denktank ASPI.

¹⁰ Hierbij gebruiken we de recent herijkte missies van het missiegedreven innovatiebeleid als ijkpunt.
Zie: [Innovatiebeleid | Tweede Kamer der Staten-Generaal](#)

2.5 Valorisatie en marktcreatie

Voor *valorisatie* gebruiken we in deze KIA de volgende definitie:

Valorisatie is het proces van waardecreatie uit kennis, expertise en ander intellectueel vermogen, door deze geschikt en/of beschikbaar te maken voor economische en/of maatschappelijke benutting.¹¹

Bij de KIA Sleuteltechnologieën hanteren we hiermee enerzijds een ruimere definitie dan de definitie die is besproken in de EZK-workshop marktcreatie (augustus 2023)¹²: valorisatie gaat niet alleen om de activiteiten van kennisinstellingen, maar juist ook de activiteiten die door en vooral samen met bedrijven worden uitgevoerd om kennis te gelde te maken. Anderzijds is deze definitie smaller dan de definitie uit de kamerbrief "Innovatie met impact" (november 2022).¹³ Hierin wordt met valorisatie alle denkbare vormen van impact met kennis bedoeld, terwijl we ons met de KIA Sleuteltechnologieën meer specifiek richten op nieuwe bedrijvigheid.

In lijn met wat hierboven is beschreven zetten we met de KIA specifiek in op:

- Valorisatie ter versterking van de technologische en economische positie van Nederland. We richten ons op onderzoeks-, innovatie- en implementatieprogramma's die leiden tot concrete eindproducten, componenten of productiemachines die aan deze doelstellingen bijdragen. We werken aan de versterking van de economische positie door:
 - ⇒ in al onze activiteiten te streven naar een grote betrokkenheid van het bedrijfsleven, met specifieke aandacht voor mkb, start-ups en scale-ups;
 - ⇒ te stimuleren dat bestaande bedrijven licenties krijgen of dat nieuwe bedrijven worden opgericht (spin-offs);
 - ⇒ expliciet te streven naar het omzetten van kennis naar commercieel haalbare producten, processen of diensten.
- We werken aan de versterking van de technologische positie door:
 - ⇒ aan te sluiten op nationale en internationale strategische technologieprioriteiten en op agenda's zoals de Nationale Technologiestrategie en de Chips Act.
 - ⇒ Valorisatie om sleuteltechnologieën te implementeren. Daarmee helpen we de doelen en missies van de thematische KIA's te realiseren. Deze doelstelling geven we een intensievere invulling door de activiteiten die we beschrijven onder 2.2. Zie verder ook de uitleg bij marktcreatie hieronder.

¹¹ Uit: Kamerbrief 339, over valorisatie en maatschappelijke impact, 11 december 2018.

¹² Het begrip valorisatie is in Nederland 'gereserveerd' voor de activiteiten die kennisinstellingen organiseren voor het toepasbaar maken van kennis in het bedrijfsleven en de maatschappij, waaronder waarde creëren met IP, openstellen van onderzoeksfaciliteiten, uitvoeren van contractonderzoek en het stimuleren, huisvesten en (deels) financieren van start-ups vanuit universiteiten, hogescholen en TO2.

¹³ Kamerbrief Innovatie en impact, november 2022 –(overheid.nl), p26. "De weg van kennis naar impact noemen we valorisatie."



Met onze inzet kunnen betrokken partijen technologie doorontwikkelen tot innovatieve producten en diensten in de markt. Dit resulteert in bedrijvigheid, hoogwaardige werkgelegenheid en het oplossen van maatschappelijke problemen.

Onze activiteiten gericht op valorisatie voeren we uit samen met de al bestaande mechanismen en initiatieven, zoals (niet-uitputtend):

- bestaande start-up-organisaties, zoals Hightech.XL, YES!Delft en Tech Leap
- de regionale structuren en initiatieven, zoals van de Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's)
- de bestaande valorisatie-activiteiten van de universiteiten en Toegepast Onderzoek Organisaties (TO2)
- de valorisatie-initiatieven van het NGF, zoals het Deltaplan Valorisatie

NB: vanuit de KIA Sleuteltechnologieën richten we geen nieuwe organisaties voor valorisatie op.

Voor *marktcreatie* gebruiken we in deze KIA de volgende definitie:

Marktcreatie betreft alle activiteiten in het innovatie-ecosysteem die bijdragen aan het openen van nieuwe (afzet)markten voor innovaties en het daadwerkelijk tot toepassing laten komen daarvan. Hierbij onderscheiden we ten minste (niet-uitputtend) drie mechanismen:

- 1. Markten die worden geopend of gecreëerd doordat private bedrijven nieuwe producten en diensten ontwikkelen.*
- 2. Marktkansen die ontstaan doordat actoren in het innovatiesysteem nieuwe verbanden leggen of met nieuwe oplossingen komen voor toepassingen die nog niet eerder in beeld waren.*
- 3. Markten die worden gecreëerd doordat de overheid op specifieke thema's gericht initiatieven start, erin investeert of wetgeving introduceert. Meer specifiek kan dat door: het wegnemen van institutionele barrières, strategieën voor gedragsverandering, aanpassen van wet- en regelgeving, het inzetten van een inkoopinstrument om een markt te creëren of maatwerk te leveren in het financieringsinstrumentarium, ter ondersteuning van opschaling.¹⁴ Een voorbeeld is de introductie van de warmtepomp als gevolg van wetgeving voor duurzaam bouwen.¹⁵*

Met de KIA Sleuteltechnologieën spelen we in ieder geval een rol in het tweede en derde aspect.

¹⁴ O.a. gebaseerd op de definitie Marktcreatie, workshop EZK augustus 2023.

¹⁵ O.a. Mazzucato, M. (2013). The Entrepreneurial State.

Ad. 2: marktkansen die ontstaan doordat actoren in het innovatiesysteem nieuwe verbanden leggen

Nieuwe ontwikkelingen in sleuteltechnologieën maken nieuwe producten of productiemethodes mogelijk. We willen het verdienvermogen versterken. Daarom stimuleren we samenwerkingsverbanden tussen nieuwe opkomende technologieën en (nieuwe) markttoepassingen. Quantum en Integrated Photonics zijn hier voorbeelden van.

Ad. 3: Marktcreatie doordat de overheid op specifieke thema's gericht initiatieven initieert, erin investeert of wetgeving introduceert

Waar mogelijk vindt innovatie plaats binnen bestaande wet- en regelgeving, draagt innovatie bij aan maatschappelijke thema's en vindt innovatie plaats volgens de principes van Safe & Sustainable by Design.¹⁶ Soms is extra aandacht nodig voor het wegnemen van bestaande barrières. In paragrafen 2.2 en 2.3 hebben we toegelicht hoe de KIA Sleuteltechnologieën een extra impuls wil geven aan de samenwerking met de maatschappelijke KIA's.

Ingegeven door recente geopolitieke ontwikkelingen verwachten we daarnaast dat thema's als open strategische autonomie en technologische soevereiniteit ook voor de KIA Sleuteltechnologieën belangrijker worden.

2.6 Ethical, Legal and Societal Aspects (ELSA)

Sleuteltechnologieën kunnen bijdragen aan maatschappelijke uitdagingen en het duurzame verdienvermogen van de Nederlandse economie versterken. Daarvoor is maatschappelijke inbedding noodzakelijk. Zulke inbedding is niet zonder meer gegarandeerd, omdat innovatieve technologieën nieuwe uitdagingen met zich meebrengen. Een technologie zoals CRISPR-Cas, waarmee genetische modificatie preciezer en efficiënter wordt en waardoor de Nederlandse agri-sector kan versterken, roept vragen op over de mate waarin we specifieke genen technisch willen en mogen aanpassen. Dit soort vragen kan tot maatschappelijke weerstand leiden en zelfs uitmonden in moratoria op ontwikkeling, zoals in het geval van ChatGPT in Italië. Daarnaast zijn er hogere eisen rondom het bestaansrecht of license to operate van hightechindustrie. Denk aan grondstof- en energiegebruik, emissiequota en exportbeperkingen. Ze maken het noodzakelijk maatschappelijke en technologische factoren nauwkeurig af te stemmen.¹⁷

¹⁶ Safe and Sustainable by Design is een Europees beoordelingskader voor inherent veilige en duurzame stoffen en materialen: research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/key-enabling-technologies/chemicals-and-advanced-materials/safe-and-sustainable-design_en

¹⁷ Zie het TNO-whitepaper 'Hightechindustrie 2040': www.tno.nl/nl/newsroom/2023/06/krachtige-innovatieagenda-nodig/



Kortom, willen we sleuteltechnologieën succesvol tot ontwikkeling brengen, dan is sociaal-maatschappelijke inbedding geen bijzaak, maar een wezenlijk onderdeel van innovatieprocessen. Responsible Research and Innovation (RRI) is een onderzoeksgebied in de filosofie en de sociale wetenschappen dat anticipeert op de maatschappelijke impact van technologieën en reflecteert op de maatschappelijke doelen waar technologieën aan moeten bijdragen. Dit onderzoeksgebied moet zich niet beperken tot universiteiten maar de gehele maatschappij bestrijken.

ELSA formuleert de Ethical, Legal, and Social Aspects van technologie. Het maakt het mogelijk om verschillende stakeholders (bedrijven, burgers, maatschappelijke organisaties en universiteiten) in een vroeg ontwikkelingsstadium te verbinden. Op deze manier worden divergerende normen en waarden vanuit een breed perspectief in kaart gebracht. Zo kunnen we democratische afwegingen maken daar waar ethische dilemma's optreden om zodoende een maatschappelijk verantwoord innovatieproces te stimuleren.

ELSA heeft om te beginnen aandacht voor *ethische* aspecten. Technologieën zijn nooit neutraal, maar altijd normatief geladen. Door materiaalkundige innovaties en keuzes worden eindgebruikers bijvoorbeeld gestimuleerd duurzamer te leven. Zo worden waarden (bewust of onbewust) in technologieën gebouwd. Anderzijds dagen nieuwe technologieën bestaande normen en waarden uit. Een camera die snelheidsovertredingen registreert is ontworpen met oog op normen rondom verkeersveiligheid, maar staat op gespannen voet met normen rondom privacy. Ethiek expliciteert zulke normen en waarden, maakt waardenconflicten bespreekbaar (denk bijvoorbeeld aan economische groei versus ecologische degradatie), waarmee we uiteindelijk niet alleen efficiënte, maar ook goede sleuteltechnologieën ontwikkelen.

De *juridische* aspecten van ELSA toetsen enerzijds de inbedding van innovaties in de huidige wetgeving en vraagt anderzijds of die huidige wetgeving nog wel volstaat. Een voorbeeld is de door AI geboden mogelijkheid om veel data te verzamelen. Dit vereist nieuwe en deugdelijke wettelijke kaders. Ethische en juridische deliberatie voerde bijvoorbeeld tot de Europese General Data Protection Regulation (GDPR) en Nederlandse Intelligence and Security Services Act.

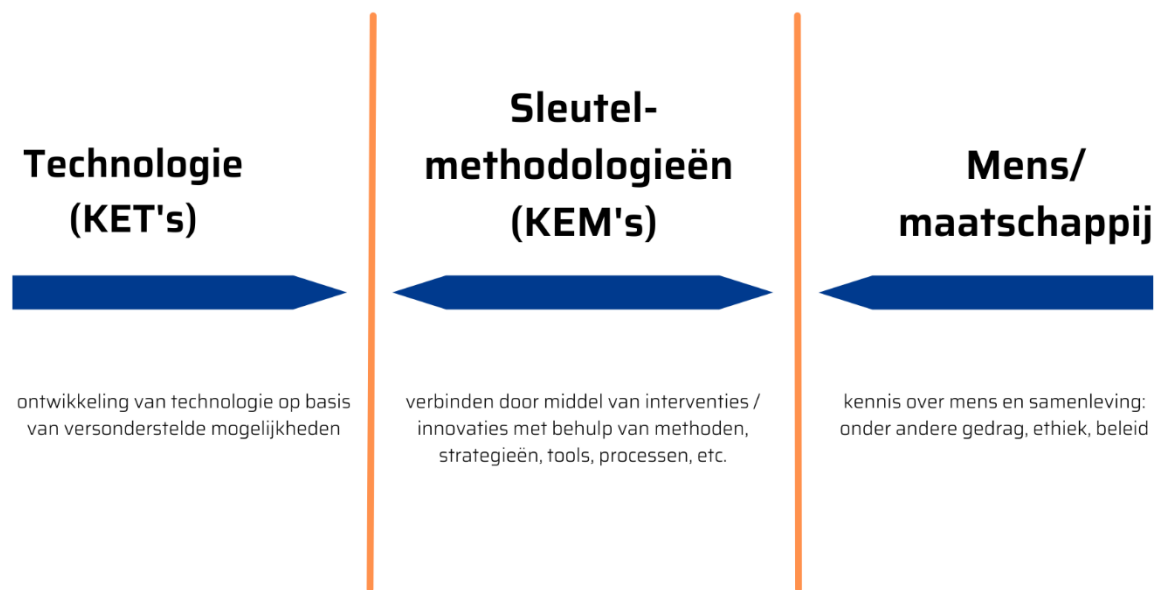
De *sociale* aspecten binnen ELSA zijn er om de ontwikkeling van sleuteltechnologieën op een inclusieve, democratische en open wijze plaats te laten vinden. Hoewel sleuteltechnologieën vragen om fundamenteel wetenschappelijke expertise van specialisten, is de toepassing en implementatie ervan het inclusieve domein van de samenleving. Zogeheten ELSA-labs betrekken daarom expliciet het publiek in de discussie om wensen en zorgen uit de samenleving mee te kunnen nemen in het onderzoek.

ELSA-labs ambiëren een expertisecentrum te zijn op het gebied van ethiek in sleuteltechnologieën. Deelnemers denken hier constructief mee over welke waarden in technologieën gebouwd (zouden moeten) worden. Het publiek is betrokken bij deze ontwikkelingen. Op deze manier kun je technologieën ontwikkelen die de economie

stimuleren én maatschappelijk ingebed zijn. Er zijn verschillende ELSA-labs, bijvoorbeeld over voedselsystemen, defensie, cultuur en media.¹⁸ Als het gaat om sleuteltechnologieën, zijn ELSA-labs nu vooral gericht op AI, maar ze bieden een veelbelovende mogelijkheid om ook andere sleuteltechnologieën maatschappelijk verantwoord te maken .

2.7 Key enabling methodologies (KEM's)

Om het proces van sociaal-maatschappelijke verandering vorm te geven, hebben we instrumenten nodig. Het gaat bijvoorbeeld om instrumenten voor een bepaalde manier van (samen)werken, om problemen het hoofd bieden of interventies te creëren. Met deze instrumenten kunnen 'verander'-professionals, zoals ontwerpers, beleidsmakers of bestuurders, hun werk structureren, richting geven en impact realiseren. De instrumenten bestaan uit methoden, modellen, strategieën, processen en tools, die we in de KIA Sleuteltechnologieën 'sleutelmethodologieën' noemen of Key Enabling Methodologies (KEM's).



Figuur 3: KEM's als verbindende elementen tussen technologie en maatschappij.

Zoals bovenstaande figuur illustreert, zijn KEM's faciliterend (enabling) om de verbinding te leggen tussen technologie en maatschappij. KEM's kun je inzetten om een technologie te laten slagen in een maatschappelijke context, maar je kunt ze ook direct toepassen om dat maatschappelijke doel te realiseren, al dan niet met gebruik van (nieuwe) technologie. KEM's kunnen zo dus helpen bij de succesvolle toepassing van technologie én richting geven aan de ontwikkeling ervan.

¹⁸ Zie bijvoorbeeld: www.nwo.nl/nieuws/meer-dan-10-miljoen-euro-voor-mensgerichte-ai-onderzoek-elsa-labs en www.nwo.nl/nieuws/nieuwe-nwa-honorering-mensgerichte-ai-onderzoek-met-elsa-labs-voor-contactpersonen-van-diverse-ELSA-labs



KEM's waren voorheen onderdeel in de KIA Sleuteltechnologieën. Vanuit onze KIA stelde ClickNL een eigen agenda op om de kennis over en de ontwikkeling van nieuwe KEM's te versterken. Een groot deel van de betrokken partijen bevindt zich binnen het ecosysteem van ClickNL. Daarom kiezen we er deze periode voor om de (door)ontwikkeling van KEM's onder te brengen bij de KIA Maatschappelijk verdienvermogen, omdat die door ClickNL wordt gecoördineerd. De KIA Maatschappelijk verdienvermogen buigt zich onder meer over de ontwikkeling en benutting van de KEM's en kennis uit de mens- en maatschappijwetenschappen. Binnen onze KIA Sleuteltechnologieën blijft het gebruik van KEM's onveranderd van belang om valorisatie en marktcreatie te realiseren.

2.8 Verbinding regionale en Europese initiatieven

Andere initiatieven kunnen raakvlakken hebben met de KIA Sleuteltechnologieën, denk aan NGF-projecten, regionale initiatieven en Europese initiatieven. Vanuit de KIA Sleuteltechnologieën wordt zo goed mogelijk gekeken naar de complementariteit ten opzichte van deze andere initiatieven. Daarmee bewerkstelligen we dat innovatieactiviteiten op elkaar aansluiten en elkaar versterken, en voorkomen we juist dat bijvoorbeeld op dezelfde onderwerpen calls worden opgezet. De sleuteltechnologie-ronde tafels (zie 3.1) kunnen hierin onder andere een rol spelen.

Voor de KIA Sleuteltechnologieën geldt een samenhang met bijvoorbeeld de NGF-projecten Quantum Delta NL, PhotonDelta en NXTGEN Hightech. Er wordt ingezet op informatie-uitwisseling met deze en diverse andere projecten over onder meer geplande calls en doorlooptijden, de thema's en actielijnen, de middelen die via die weg beschikbaar komen en opgeleverde resultaten. Komende KIC-periode wordt de verbinding met andere relevante NGF-projecten verkend.

Voor een succesvolle aanpak van valorisatie en marktcreatie is het belangrijk om te komen tot een samenhangende programmering van activiteiten en middelen tussen topsectoren, departementen en ROM's/regio's. Op deze wijze kan gebouwd worden aan gezamenlijke proposities rond kansrijke thema's voor een geïntegreerde aanpak van technologie-ontwikkeling, innovatievermogen en talentontwikkeling. Een best practice hiervoor is de samenwerking binnen PhotonDelta, waar naast de betrokken kennisinstellingen en bedrijven ook de provincies Overijssel en Brabant en de ROM's Oost NL en BOM een belangrijke rol spelen. De samenwerking met de ROM's kan de komende periode verder worden geconcretiseerd.

Het (economisch) succes van de Topsector HTSM is in toenemende mate afhankelijk van R&D-samenwerking met toonaangevende industrieën en kennisinstellingen in het buitenland. De activiteiten onder de EU Chips Act (waaronder de Chips Joint Undertaking, Chips JU) en de Eureka clusterprogramma's (ECP, programma's ITEA4 en XECS) spelen



hierbij een belangrijke rol. De nieuwe Chips JU¹⁹ omvat de sleuteltechnologieën semicon, kwantum en fotonica. Dit zijn drie van de negen geprioriteerde sleuteltechnologieën in de NTS, waarmee de kans groot is dat vanuit de KIA Sleuteltechnologieën ook activiteiten op deze gebieden worden ontplooid. Daarom proberen we ook hier een goede aansluiting te zoeken.

2.9 Human capital

De ontwikkeling van sleuteltechnologieën, de toepassing daarvan binnen de maatschappelijke thema's en de commercialisatie voor een duurzaam verdienvermogen kunnen niet zonder voldoende, geschikt personeel. Zowel hooggeschoolde onderzoekers met een actuele en diepgaande technische expertise als mensen gespecialiseerd in valorisatie en marktcreatie zijn hiervoor hard nodig. Juist voor sleuteltechnologieën, met hun brede, wereldwijde relevantie, is de internationale concurrentie om mensen enorm.

We zitten midden in transitie rondom digitalisering, technologisering en het klimaat. Tegelijkertijd hebben we te maken met demografische ontwikkelingen, zoals ontgroening en vergrijzing. Hierdoor staat de huidige arbeidsmarkt onder grote druk. Personeel weghalen uit andere krapsesectoren is geen duurzame oplossing. Er zijn simpelweg te weinig mensen voor al het werk dat ons te doen staat.

Daarnaast is er sprake van razendsnelle technologische ontwikkelingen en snel toenemende digitalisering. Die vragen om nieuwe vaardigheden, die noch bij de huidige medewerkers, noch bij de uitstromende studenten voldoende aanwezig zijn. Dit vraagt om vernieuwing van het onderwijs voor werkenden en voor lerenden.

Human capital speelt bij sleuteltechnologieën op twee manieren een belangrijke rol:

1. **Inzet van sleuteltechnologie voor arbeidsbesparende maatregelen (arbeidsproductiviteitsverhoging)**

Sleuteltechnologieën kun je in potentie inzetten voor arbeidsbesparende maatregelen. Ze helpen zo de druk op de arbeidsmarkt te verlichten. Hiervoor moeten we onderzoek en innovatie meer richten op arbeidsbesparende maatregelen binnen de KIA Sleuteltechnologie.

Inzet van sleuteltechnologie voor innovaties in andere KIA's

We zetten sleuteltechnologieën graag in voor innovaties in andere KIA's. Maar dit wordt belemmerd door het tekort aan mensen en doordat beschikbare mensen achterblijven in de ontwikkeling van de benodigde vaardigheden. De razendsnelle technologische ontwikkelingen zorgen ervoor dat de skills gap groeit. Het huidige systeem van onderwijs en een leven lang ontwikkelen kan deze snelheid niet bijbenen. Daardoor beschikken instromers en werkenden niet over de juiste vaardigheden. Vooral bij sleuteltechnologieën

¹⁹ Lancering op 1 december 2023



missen mensen meer en meer de technologische vaardigheden om snel genoeg te innoveren en om deze innovaties op de werkvloer toe te passen (valorisatie). We hebben daarom een integrale aanpak nodig voor human capital bij de ontwikkeling van kennis en innovatie.

Integrale aanpak human capital en innovatie

Kunnen we alle technologische innovaties en noodzakelijke aanpassingen snel genoeg realiseren met het arbeidspotentieel dat tussen nu en 2030 beschikbaar is? Veel komt aan op de al werkende professionals. Hoe laten we nieuwe kennis en toepassingen snel renderen in de praktijk? Hoe leiden we mensen snel en efficiënt op? Hoe laten we onderwijs zo goed mogelijk meeprofiteren van de nieuwe kennis met aansprekende onderwijsprogramma's en professioneel opgeleide docenten?

Met de KIA Sleuteltechnologieën willen wij meebouwen aan een innovatiesysteem dat onze samenleving wendbaar en duurzaam maakt. Hiervoor hebben ook wij bij de KIA Sleuteltechnologieën wendbare vakmensen nodig. Om ervoor te zorgen dat bedrijven arbeidsbesparende maatregelen breed toepassen, dat onderwijsinstellingen kennis via een continu proces opnemen in vernieuwende onderwijsprogramma's en dat de beschikbare beroepsbevolking de benodigde vaardigheden heeft, dienen we menselijk kapitaal als een integraal onderdeel van het innovatiesysteem te beschouwen. Dit doen we door te investeren in onderzoek en innovatie, maar ook door innoveren, werken en leren sterk met elkaar te verbinden in publiek-privaat georganiseerde learning communities.



3. Implementatie

3.1 Governance

De ervaringen uit de eerste periode van het Kennis- en Innovatieconvenant (KIC) vragen om een aanpassing en vereenvoudiging van de governance, ook voor de Kennis- en Innovatieagenda (KIA) Sleuteltechnologieën. We willen de governance zo inrichten en optimaliseren, dat de identificatie en uitvoering van prioriteiten centraal staan, met een efficiënte organisatievorm en een minimum aan overlegdruk.

Themateam

Het Themateam wordt voorgezeten door het boegbeeld van Holland Hightech (de topsector High Tech Systemen en Materialen, HTSM). De deelnemende organisaties zijn: het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK), topsector ICT, TNO (namens alle Toegepast Onderzoek Organisaties (TO2)) en NWO (mede namens universiteiten en hogescholen). Het Themateam kan andere organisaties uitnodigen voor de overleggen als hun inzet nodig is voor de KIA Sleuteltechnologieën.

Kernteam

Het Kernteam stellen we samen uit sherpa's van het Themateam. Alle Kernteamleden zijn bevoegd en hebben het commitment om namens hun organisaties besluiten te nemen, inhoudelijk agendaonderwerpen voor te bereiden en concrete voorstellen voor het Themateam uit te werken.

Juist in de KIA Sleuteltechnologieën blijft het belangrijk dat alle KIC-partijen de raakvlakken met sleuteltechnologieën herkennen en uitdiepen. Daarom starten we met een derde governancelaag: de sleuteltechnologie-ronde tafels. In deze halfjaarlijkse setting kunnen we onderwerpen met name thematisch adresseren. De ronde tafels zijn primair bedoeld om perspectieven op te halen en ervaringen en inzichten te delen.

3.2 Uitvoering van programmering (inhoudelijk)

Voor een goede uitvoering van de KIA Sleuteltechnologieën hebben we allereerst een *strategisch kader* nodig, want het sleuteltechnologieveld is groot en onze middelen zijn beperkt. We moeten dus keuzes maken. Een strategisch kader zorgt voor consistentie en transparantie.

Daarnaast moeten we zicht hebben op andere relevante sleuteltechnologie-initiatieven, zoals bijvoorbeeld projecten binnen het Nationaal Groeifonds (NGF) en Europese programma's. Met dat *inzicht in sleuteltechnologieprogramma's* kunnen we onze activiteiten daarop afstemmen.



De belangrijkste instrumenten voor onze programmering binnen de KIA ST zijn de *Breedgedragen Programma's (BGP's)*. Hierin werken partijen samen aan de ontwikkeling van sleuteltechnologie.

Strategisch kader

Een strategisch kader voor de activiteiten van de KIA Sleuteltechnologieën is essentieel om richting en focus aan te brengen voor het bereiken van onze doelstellingen. Een belangrijk onderdeel daarvan is de concept Nationale Technologiestrategie van de overheid (zie ook 2.4). Met de prioritaire sleuteltechnologieën uit de Nationale Technologiestrategie als uitgangspunt, zal het Themateam besluiten op welke sleuteltechnologieën we de komende periode de nadruk leggen. Zo bevorderen we de samenhang en afstemming van de inzet van middelen vanuit het missiegedreven innovatiebeleid en kunnen we deze middelen efficiënt benutten.

Het Themateam zal het strategisch kader gebruiken om sleuteltechnologie-onderwerpen te kiezen waarop extra stimulering gewenst en zinvol is, maar het zal zich niet hiertoe beperken. Het Themateam weegt ook andere contextuele aspecten mee. Denk bijvoorbeeld aan de specifieke eisen van het programma waarbinnen de stimulerende activiteiten plaats zullen vinden en andere lopende of geplande programmering op hetzelfde gebied of gerelateerde gebieden.

Inzicht in sleuteltechnologieprogramma's

De ontwikkeling van sleuteltechnologieën vindt niet alleen binnen onze KIA Sleuteltechnologieën plaats. Zowel in Nederland als daarbuiten zijn publieke en private partijen daar voortdurend mee bezig. Het NGF geeft hier een belangrijke impuls voor. Ook in Europees verband richten diverse stimuleringsprogramma's zich op sleuteltechnologieën. Om de beschikbare middelen binnen de KIA Sleuteltechnologieën zo effectief mogelijk in te zetten, is het essentieel om een goed beeld te hebben van lopende en geplande sleuteltechnologieprogramma's. Zo voorkomen we dat stimulerende maatregelen zich onevenredig veel richten op één sleuteltechnologie.

We willen een overzicht opbouwen van lopende en geplande sleuteltechnologie-programma's. Dat is niet eenvoudig, want deze informatie is vaak niet publiek en niet gestructureerd beschikbaar. We zullen ons inzetten om samen met betrokken overheden toch tot dit inzicht te komen.

Breedgedragen Programma's (BGP's)

Breedgedragen Programma's (BGP's) vormen, net als in de periode 2020-2023, een belangrijke methode voor de KIA Sleuteltechnologieën om op sleuteltechnologie-gerelateerde onderwerpen publiek-private samenwerking (PPS) te programmeren. BGP's zijn tijdelijke programma's die een wetenschappelijke basis hebben in een of meerdere



sleuteltechnologieën. Daarnaast kennen zij een of meerdere toepassingsdomeinen. Ze worden daarom breed gedragen door de KIC-partners binnen de KIA Sleuteltechnologieën. BGP's richten zich vaak op een groot deel van het totale TRL-spectrum: van fundamenteel onderzoek en doorontwikkeling van fundamentele kennis tot een prototype en het demonstreren en operationaliseren van een product, proces of dienst. Partijen werken dan zowel aan oplossingen voor fundamentele knelpunten van de sleuteltechnologie(ën) als aan een portfolio van use cases voor beoogde toepassingen van de sleuteltechnologie(ën).

Als je een BGP opzet, kies je zelf voor een structuur, passend bij het karakter van het BGP. Van daaruit kun je het programma organiseren en uitvoeren. Voor de realisatie van de doelstellingen van een BGP kunnen we vanuit dat BGP bijvoorbeeld invulling geven aan een Europees programma of aan een NGF-project. We kunnen werken aan het realiseren van cross-over calls of bijvoorbeeld PPS-calls opzetten. Ons Themateam besluit of we een BGP-vorstel omarmen. Past het onderwerp bijvoorbeeld wel binnen ons strategisch kader? Na opzet van het programma kijkt het Themateam op afstand mee. Het blijft geïnformeerd over de voortgang van het BGP en geeft indien gewenst advies. BGP's vormen een belangrijk deel van ons ecosysteem en daarom streven we naar een zichtbare en nauwe wederzijdse betrokkenheid.

In de periode 2020-2023 heeft het Themateam vijf BGP's omarmd. Deze programma's zijn voornamelijk bottom-up tot stand gekomen. Voor de periode 2024-2027 zullen we meer vanuit strategie en top-down tot nieuwe BGP's komen of bestaande BGP's herijken. Hiermee beogen we een betere samenhang van programma's, projecten en calls, zoals die passen binnen de strategische kaders van de KIA Sleuteltechnologieën en het missiegedreven innovatiebeleid.

3.3 Instrumenten voor onze programmering (financieel)

Generieke financieringsinstrumenten

Subsidies en andere financiële prikkels kunnen een belangrijke stimulans geven aan de (door)ontwikkeling van sleuteltechnologieën. Er zijn diverse *generieke* financieringsinstrumenten die ook voor projecten of programma's met een sleuteltechnologiecomponent ingezet kunnen worden. Denk hierbij aan instrumenten zoals de Wet bevordering speur en ontwikkelingswerk (WBSO), de Vroegefasefinanciering, het Innovatiekrediet, Seed Capital en de mogelijkheden bij Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen. Ze dragen (indirect) bij aan het stimuleren van innovaties op het gebied van de maatschappelijke thema's en sleuteltechnologieën.

Wet bevordering speur- en ontwikkelingswerk (WBSO) – Via deze fiscale regeling stimuleert het kabinet ondernemers in alle bedrijfssectoren om meer te investeren in onderzoek en ontwikkeling (R&D, ook wel S&O genoemd). Met WBSO kunnen ondernemers hun loonkosten en andere kosten en uitgaven van S&O-projecten verlagen. Daarvoor ontvangen zij een korting op de loonheffingen.



Vroegefasefinanciering (VFF) – De VFF is een risicodragende lening die startende ondernemers en mkb-ondernemingen kunnen aanvragen voor een werkend demonstratiemodel. Het draagt bij aan de ontwikkeling van een product, proces of dienst waarvan het werkingsprincipe (*proof of principle*) al is aangetoond. Het idee is dat het demonstratiemodel ook de (commerciële) potentie laat zien (*proof of concept*) waarmee een idee van plan- naar startfase gaat.

Innovatiekrediet – Het Innovatiekrediet is een risicodragende geldlening voor met name het innovatieve mkb en start-ups. Het Innovatiekrediet helpt ondernemers aan financiering voor innovatieprojecten met een sterke businesscase, in een fase dat zij bij banken nog nauwelijks voor financiering in aanmerking komen.

Seed Capital – Via deze regeling verstrekt de overheid kapitaal aan investeringsfondsen die met risicokapitaal investeren in technostarters of creatieve starters. Die worden zo geholpen om risicokapitaal te verwerven.

Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's) – ROM's zijn op initiatief van EZK opgericht om de regionale economie in het algemeen te versterken. Ze helpen ondernemers onder meer met (co)financiering om te innoveren en internationaliseren en om hun groei te versnellen. ROM's zijn ook betrokken bij de 'uitvoering' van sommige instrumenten. Ze verstrekken bijvoorbeeld de VFF. Ook kan een ROM een EFRO-voucherregeling uitvoeren of deelnemen aan een EFRO- of Interreg-project om het regionale mkb te steunen.

Missiegedreven innovatiebeleidinstrumenten & Europese programma's

Het Kernteam stimuleert een breed gebruik van missiegedreven innovatiebeleidinstrumenten en Europese en internationale programma's als financieringsmogelijkheden voor de KIA Sleuteltechnologieën. Hieronder geven we een korte beschrijving van de (innovatie-)instrumenten. Ze worden via verschillende organisaties ingezet voor het missiegedreven innovatiebeleid.

Nationaal Groiefonds (binnen het Missiegedreven Innovatiebeleid) Het Nationaal Groiefonds is een belangrijk instrument om economisch en maatschappelijke waarde te realiseren. Er bestaan twee indieningsroutes: de subsidieroute en de departementale route. Beide routes zijn bedoeld voor voorstellen die aantoonbaar bijdragen aan het vergroten van het duurzame verdienvermogen.

Via de subsidieroute kan een instelling of onderneming zelf rechtstreeks een aanvraag indienen voor een voorstel dat in overeenstemming is met de doelstellingen en de voorwaarden van het Nationaal Groiefonds. Daarnaast is er de departementale route, welke is bedoeld voor voorstellen van departementen zelf. Het gaat dan om voorstellen die deze departementen in beginsel zelf (laten) uitvoeren. Het departement kijkt naar mogelijkheden om vanuit het private domein een bijdrage te leveren aan het beleid. Een departement werkt bij de totstandkoming van het voorstel eventueel samen met veldpartijen. Zo'n



departementaal voorstel moet passen binnen het departementale beleid. De Nationale Technologiestrategie die wordt ontwikkeld is een uiting van departementaal beleid.

PPS-innovatieregeling – Kennisontwikkeling, -verspreiding en innovatie zijn gebaat bij intensieve samenwerking tussen de excellente Nederlandse publieke kennisinfrastructuur en innovatieve bedrijven. Met de per 2024 vernieuwde PPS-innovatieregeling (voorheen 'PPS-toeslag Onderzoek en Innovatie') stimuleert EZK publiek-private samenwerking (PPS) tussen deze bedrijven en onderzoeksorganisaties en de private financiële inleg daarbij. Doel hiervan is meer (vraaggestuurd) onderzoek dat direct aansluit bij de behoefte van het bedrijfsleven. Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) stellen hun PPS-programma's op. Ze geven hierin aan hoe publiek-private samenwerking bijdraagt aan de nieuwe KIA's. Vervolgens bepalen de TKI's op basis van hun PPS-programma welke publiek-private innovatieprojecten worden uitgevoerd, onder voorwaarde dat het onderzoek bijdraagt aan het realiseren van de KIA's.

Mkb-innovatiestimulering Regio en Topsectoren (MIT) – De MIT stimuleert innovatie bij het midden- en kleinbedrijf (mkb). Bovendien stimuleert de MIT dat projecten van het mkb beter aansluiten bij de KIA's. De MIT kent verschillende instrumenten: R&D-samenwerkingsprojecten, haalbaarheidsstudies en kennisvouchers. Daarnaast is er geld beschikbaar voor TKI-netwerkactiviteiten en TKI-Innovatiemakelaars. Sinds 2015 wordt de MIT uitgevoerd en gefinancierd in samenwerking met de provincies. De MIT is in 2023 geëvalueerd. Op basis van de aanbevelingen zal de MIT vanaf 2025 vermoedelijk worden aangepast.

NWO Missiegedreven calls (KIC) – Missiegedreven thematische calls zijn gericht op de prioriteiten van de KIA's. Daarnaast wordt in de KIC-periode 2024-2027 meer ingezet op cross-over calls, waarbij meerdere KIA's samenwerken op een thema voor een KIC-call.

NWO Langetermijnprogramma's (KIC) – Binnen dit instrument draagt NWO 30% bij aan de begroting om sterke publiek-private consortia te financieren die gedurende een periode van 10 jaar onderzoek verrichten. Voorstellen richten zich op het missiegedreven topsectoren- en innovatiebeleid.

NWO Vraaggedreven Partnerschappen voor Consortia (KIC) – Binnen dit instrument biedt NWO ruimte aan consortia om zich te organiseren, te ontwikkelen en uit te groeien tot een omvang waarvan maatschappelijke en economische impact verwacht mag worden. Consortia dienen een projectvoorstel in vanuit een zelfgekozen kennis- of ontwikkelvraag die past binnen een of meerdere KIA's.

NWO Praktijk (KIC) – Deze NWO-KIC hoofdlijn is gericht op het stimuleren en financieren van praktijkgericht onderzoek en wordt uitgevoerd door Regieorgaan SIA (onderdeel NWO). Praktijkgerichte onderzoekers - van bijvoorbeeld hogescholen - kunnen gebruik maken van de diverse instrumenten (waaronder KIEM, SPRONG en L.INT) die aansluiten op de ambitie van KIA ST en op de missies van de thematische KIA's.



NWO Open Technologieprogramma (OTP) – Dit programma biedt bedrijven en andere organisaties een laagdrempelige manier om aan te sluiten bij wetenschappelijk onderzoek dat moet leiden tot toepasbare kennis.

NWO Perspectief – Dit programma kan een vervolgstap bieden op een OTP-project. Het is gericht op innovatie met economische en maatschappelijke impact. Deelnemers ontwikkelen nieuwe (sleutel)technologie via een multidisciplinaire aanpak. In alle vooraanmeldingen en aanvragen moet ten minste één sleuteltechnologie zijn geadresseerd, en aanvragen moeten passen binnen een van de KIA's uit het missiegedreven innovatiebeleid.

NWO Open Competitie ENW – Met dit financieringsinstrument kunnen onderzoekers individueel of gezamenlijk onderzoeksvoorstellen indienen voor ongebonden, nieuwsgierigheidsgedreven fundamenteel onderzoek. Het instrument staat open voor onderzoeksvoorstellen met een vraagstelling in het (grens)gebied van aardwetenschappen, astronomie, chemie, informatica, levenswetenschappen, natuurkunde en wiskunde. Er zijn zowel kleinschalige als grootschalige subsidies.

NWO Take-off – Dit wetenschapsbrede financieringsinstrument stimuleert bedrijvigheid en ondernemerschap vanuit de Nederlandse kennisinstellingen. Academische ondernemers, maar ook starters uit hbo-instellingen en starters die gebruikmaken van kennis van TO2-instellingen, kunnen daarmee hun innovatieve onderzoeksresultaten naar de markt brengen.

Europese en internationale programma's

Europese en internationale programma's dragen (indirect) bij aan het stimuleren van innovaties op het gebied van de maatschappelijke thema's en sleuteltechnologieën. Zo neemt Nederland deel aan *Europese en internationale programma's* zoals Eureka Clusters en de Horizon Europe-partnerschappen. Ook krijgen bedrijven samen met kennisinstellingen financieel steun van het Rijk als ze deelname aan specifieke projecten in het kader van het NGF en zogeheten 'belangrijke projecten van gemeenschappelijk Europees belang' (IPCEI).

Horizon Europe – Dit Europese programma voor onderzoek en innovatie loopt van 2021 tot en met 2027 met een totaalbudget van ongeveer € 95 miljard. Uitgangspunten zijn excellentie en maatschappelijke impact. Doel van Horizon Europe is de wetenschappelijke en technologische basis van de EU te versterken en de economische en maatschappelijke impact van investeringen in onderzoek en innovatie te vergroten.

Horizon Europe-partnerschappen – Met de Horizon Europe partnerschappen (publiek-private samenwerkingsverbanden) en aanpalende Europese onderzoek- en Innovatieprogramma's verstrekt de EU excellentie en de samenwerking binnen Europa. Dat gebeurt op strategische onderzoeks- en innovatiethema's die een belangrijke bijdrage leveren aan de grote maatschappelijke en technologische uitdagingen van deze tijd. Denk



bijvoorbeeld aan chips- en kwantumtechnologie of klimaat. Nederland neemt onder meer deel aan de Chips Joint Undertaking (voorheen: Key Digital Technologies), EuroHPC (high performance computing), Eurostars (voor het innovatieve mkb), het EU Quantum Internet Programma en Digital Europe.

Eureka Clusters – Eureka is een intergouvernementele organisatie van 45 landen en de Europese Commissie. Zij stimuleert marktgerichte R&D en innovatie in internationale samenwerkingsverbanden. Eureka Clusters richten zich op specifieke thematische gebieden. Nederland neemt deel aan twee Clusterprogramma's: ITEA en XECS. ITEA is een Eureka Cluster op het terrein van software-intensieve systemen en diensten, XECS richt zich op elektronische componenten en systemen.

Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling (EFRO) – Binnen de vier Nederlandse EFRO-programma's ligt de focus op een 'slimmer' en 'groener' Europa. Het geld is vooral bedoeld voor het mkb voor innovatie (slimmer) en de overgang naar een koolstofarme (groenere) economie. Ook is samenwerking tussen mkb en kennisinstellingen mogelijk.

Interreg – Binnen deze Europese subsidieregeling werken partijen uit verschillende landen samen aan grensoverschrijdende projecten voor slimme, groene en inclusieve groei.

IPCEI's – IPCEI staat voor 'Important Project of Common European Interest', in het Nederlands: 'belangrijk project van gemeenschappelijk Europees belang'. Een IPCEI is een geïntegreerd Europees project dat bestaat uit meerdere nationale projecten van bedrijven of onderzoeksinstituten of een combinatie daarvan uit diverse EU-lidstaten. De partijen zijn complementair, zorgen voor synergie en dragen bij aan strategische Europese doelen. Nederland neemt deel aan of heeft interesse in de IPCEI Cloud Infrastructuur en Services, IPCEI Micro elektronica, IPCEI Waterstof en IPCEI Health.

3.4 Processen en overlegstructuren

Bij de KIA Sleuteltechnologieën hebben we twee vaste overlegorganen: het Themateam en het Kernteam. Daarnaast zijn er sleuteltechnologie-ronde tafels, die qua format en samenstelling kunnen wisselen (zie 3.1). Het Themateam vergadert twee tot vier keer per jaar. Het Kernteam bereidt deze vergaderingen voor en komt daarvoor iedere vier weken bijeen. De sleuteltechnologie-ronde tafels vinden minimaal twee keer per jaar plaats. Het kan ook vaker als dat nodig is. Ze bieden de mogelijkheid om gedurende een dagdeel belanghebbenden bijeen te brengen rondom een thema waarop afstemming van ambities, plannen en activiteiten gewenst is.

We hebben de ambitie om meer top-down te programmeren. Hiervoor is een slagvaardig Themateam van belang. De omvang van het Themateam – en in het verlengde daarvan ook van het Kernteam – is daarom beperkter dan voorheen. Als het zinvol is, kunnen we organisaties uitnodigen om bij specifieke onderwerpen aan te sluiten voor overleg.



Het Themateam zal meer sturing geven op hoe we invulling geven aan de KIA Sleuteltechnologieën. Voor het maken van keuzes gaat het Themateam uit van het strategisch kader en inzicht in de sleuteltechnologieprogrammering in Nederland en daarbuiten (zie 3.2). BGP's (zie 3.2) blijven het belangrijkste middel voor structurele programmering van sleuteltechnologie-onderwerpen binnen onze KIA Sleuteltechnologieën. Het Themateam neemt het voortouw om mogelijke, passende onderwerpen te identificeren en op te werken tot een nieuw BGP. Het Kernteam onderzoekt vervolgens of de onderwerpen geschikt zijn en brengt de relevante partijen bijeen die samen het beoogde BGP kunnen vormgeven. Waar nodig geeft het Themateam, al dan niet op voorspraak van het Kernteam, opdracht aan derden om aanvullende analyses uit te voeren, zoals marktverkenningen. Wanneer zowel het Themateam als de beoogde partners een concept-BGP steunen, kunnen we beginnen met de uitwerking daarvan.

Voor andere activiteiten binnen de KIA Sleuteltechnologieën zullen we een soortgelijke procedure volgen: steeds speelt het Themateam een leidende rol en maakt het op basis van het strategisch kader en bestaande activiteiten keuzes, waarna het Kernteam zorgt voor de uitwerking van plannen en voor de onderbouwing van besluiten.

3.5 Zichtbaarheid en communicatie

We willen onze successen zichtbaar maken en uitdragen. We laten graag zien wat samenwerking in de KIA Sleuteltechnologieën oplevert en wat dat doet voor het verdienvermogen van Nederland.

Communicatie levert een grote bijdrage leveren aan onze doelstellingen. Dit doen we door te informeren, te verbinden, te activeren en kennis en expertise te delen. De KIA Sleuteltechnologieën beschikt inmiddels over een eigen huisstijl en website. Op de website laten we de uitvoering en voortgang van onze activiteiten zien via nieuwsberichten over bijvoorbeeld de lancering en voortgang van programma's en projecten, nieuwe publiek-private partnerschappen en andere relevante nieuwsfeiten zoals rondetafelsessies en andere bijeenkomsten. Daarnaast zetten we nieuwsbrieven en socialmediakanalen in.



Bijlage 1: Evaluatie KIA Sleuteltechnologieën 2020-2023

KIA Sleuteltechnologieën 2020-2023 activiteiten

Ten tijde van het opstellen van de KIA Sleuteltechnologieën 2020-2023 hadden we geen strategisch kader. In plaats daarvan bouwden we de KIA Sleuteltechnologieën bottom-up op: meerjarenprogramma's en kennis- en innovatievragen haalden we op uit het veld. Die vormden de basis voor de activiteiten uit die jaren. We wilden relevante sleuteltechnologie-onderwerpen in samenhang door betrokkenen programmeren.

De Adviesraad voor wetenschap, technologie en innovatie (AWTI) pleit in het rapport "Krachtiger kiezen voor sleuteltechnologieën"²⁰ voor een krachtige impuls aan het onderwerp en komt met drie aanbevelingen:

1. Zorg voor een portfolio aan nationale sleuteltechnologieprogramma's.
2. Installeer een taskforce sleuteltechnologieën en een DG-overleg.
3. Investeer extra, specifieke middelen.

Ons Themateam heeft dit advies ter harte genomen. Het heeft een ambitie geformuleerd om te opereren als een stimuleringsorgaan en toe te groeien tot een (informeel) adviesorgaan. Daarmee wil het invulling geven aan de tweede aanbeveling van de AWTI. Het NGF is een gedeeltelijke invulling van de derde aanbeveling. In de komende KIC-periode zal het Themateam ook de eerste aanbeveling adresseren door concreet focus aan te brengen op een aantal programma's voor sleuteltechnologieën.

Breedgedragen Programma's (BGP's)

Mede geïnspireerd op de meerjarenprogramma's heeft het Themateam de afgelopen KIC-periode vijf BGP-voorstellen omarmd: High Tech Equipment, MedTechNL, CS4NL, Exceed en Blockchain. De initiatiefnemers werken deze voorstellen uit tot programma's. Daarna kan de uitvoering starten door de vele aangesloten partijen.

Het eerste doel van het BGP **High Tech Equipment** (NXTGEN Hightech) was om met een NGF-voorstel een nieuwe generatie hightech machines en apparatuur te ontwikkelen voor de toekomstige generatie Nederlanders. Hiervoor moest een coherent, wendbaar en internationaal toonaangevend hightech equipment ecosysteem komen. In 2022 is dit voorstel in de tweede NGF-ronde goedgekeurd. Per 1 mei 2023 is het NXTGEN Hightech-programma van start gegaan. Meer dan 330 partners werken hierin samen. Inclusief de NGF-bijdrage van € 450 miljoen wordt in totaal ongeveer € 1 miljard geïnvesteerd.

²⁰ AWTI, Krachtiger kiezen voor sleuteltechnologieën, januari 2020



Het BGP **MedTechNL** leidde tot een NGF-voorstel met een consortium van meer dan tweehonderd partners. Het is een ambitieus, nationaal plan voor medische technologie (met een totale investering van ruim € 1,5 miljard, inclusief een NGF-bijdrage van ongeveer € 600 miljoen). MedTechNL zet in op medisch technologische innovaties om de kwaliteit, bemensbaarheid en betaalbaarheid van gezondheid en zorg te verbeteren. Het plan gaat uit van vraagsturing, excellentie en de gezamenlijke internationale concurrentiekracht. Het voorstel werd uiteindelijk in de tweede ronde van het NGF niet gehonoreerd. Diverse deelconsortia zijn vervolgens doorgegaan met plannen voor NGF-ronde 3. De initiatiefnemers van het BGP bekijken nu op welke wijze alsnog invulling gegeven kan worden aan de doelstellingen.

In het BGP **Exceed** staan experimenteeromgevingen centraal. Het idee is dat partijen hier nieuwe oplossingsrichtingen ontwikkelen, uittesten, onderbouwen, verfijnen en rijp maken voor toepassing. Het doel van het programma is om experimenteeromgevingen als methodologieën zo (door) te ontwikkelen, dat ze optimaal aansluiten op de complexe en langdurige transitie die centraal staan in de missies. Het programma richt zich op kennisopbouw en -ontsluiting, en coördinatie-activiteiten, in de vorm van onderzoekscalls, mappingactiviteiten, pilots, een learning community en platform, en andere vormen van afstemming in het veld. Dit BGP is in januari 2023 van start gegaan.

Het BGP **Cybersecurity voor Nederland (CS4NL)** geeft een substantiële impuls aan cybersecurity-kennis en -innovatie in Nederland door samenwerking in subsidieoproepen. Hierbij vragen onderzoeksorganisaties en bedrijven subsidie aan voor de opzet van een samenwerkingsverband. Cybersecurity is een belangrijke randvoorwaarde voor een veilige, in rap temp digitaliserende samenleving. Soms lukt dit met bestaande technologieën, maar soms zijn nieuwe, innovatieve oplossingen nodig. In maart 2023 werd een convenant getekend door alle betrokken spelers. Samen met de KIA Veiligheid wordt een NWO-call over cybersecurity opgezet. Daarnaast is een TKI-toeslagcall geopend rondom het onderwerp Supply Chain Security.

In maart 2023 heeft ons Themateam ingestemd met een nieuw BGP rondom **Decentrale technologie**. Decentrale digitale systemen zijn een alternatief voor centraal ingerichte digitale diensten. Ze zijn een fundament om schaalbaar samen te werken rond complexe vraagstukken zoals de energietransitie, veiligheid of mobiliteit. In Europa is dit al te zien. Denk aan de opschaling van de European Blockchain Services Infrastructure (EBSI). Decentrale technologie raakt vrijwel alle sectoren van de economie. Er zijn allerlei overkoepelende uitdagingen die we moeten overwinnen voordat grootschalige implementatie mogelijk is. De initiatiefnemers werken dit BGP nu verder uit binnen de KIA Digitalisering.



NWO sleuteltechnologie calls

In de NWO Missiegedreven calls was in de KIC-periode 2020-2023 jaarlijks een bedrag van € 11 miljoen gereserveerd voor de KIA Sleuteltechnologieën. De volgende calls zijn door NWO uitgezet:

- Sleuteltechnologieën – in mei 2022 zijn acht projectvoorstellen goedgekeurd (totaalbudget ruim € 16 miljoen, waarvan € 11 miljoen bijdrage van NWO).
- Next Generation Hightech-Equipment: cyber-physical systems – in januari 2023 zijn twee projecten toegekend (totaalbudget ruim € 7 miljoen, waarvan ruim € 5 miljoen bijdrage van NWO).
- Sleuteltechnologieën voor minimaal-invasieve interventies in de zorg – in april 2023 zijn zes projectvoorstellen goedgekeurd (totaalbudget € 9 miljoen, waarvan € 5,5 miljoen bijdrage van NWO).
- Opkomende sleuteltechnologieën – voor dit programma zijn in mei 2023 tien volledige aanvragen ingediend en worden eind 2023 de toekenningen verwacht (€ 8 miljoen NWO-budget).
- Cybersecurity – deze call zetten we samen met de KIA Veiligheid op en zal later in 2023 worden opengesteld (totaal € 11,5 miljoen NWO-budget voor zowel sleuteltechnologieën als veiligheid).
- Experimenteeromgevingen – deze call zal later in 2023 worden opengesteld (€ 3 miljoen NWO-budget).
- Advanced Materials – deze call zal later in 2023 worden opengesteld (€ 5,5 miljoen NWO-budget).

Voor al deze calls is een consortium van publieke en private partners vereist. De eerste projecten zijn slechts minder dan een jaar geleden gestart. Daarom is een inhoudelijke evaluatie nog niet mogelijk.

Een financieringsinstrument in de NWO-hoofdlijn Strategie is het Langetermijnprogramma (LTP). In de afgelopen KIC-periode zijn twee strategisch gedreven consortia geselecteerd. Zij werken hun onderzoeksplannen voor de komende 10 jaar uit met een significante sleuteltechnologiecomponent. Het gaat om ROBUST (Trustworthy AI-based Systems for Sustainable Growth). Dit programma heeft een totale begroting van € 87 miljoen, waarvan een NWO-bijdrage van € 25 miljoen, en is begin 2023 goedgekeurd. Het tweede programma is Plant-XR (A new generation of intelligent breeding tools for extra resilient crops). Dit is medio 2023 goedgekeurd en heeft een totale begroting van € 65 miljoen, waarvan een NWO-bijdrage van € 15 miljoen.



Andere sleuteltechnologieprojecten en -programma's

Nationaal Groeifonds

Met het Nationaal Groeifonds (NGF) investeert het kabinet tussen 2021 en 2025 € 20 miljard in projecten die zorgen voor economische groei voor de lange termijn. Nagenoeg alle door het NGF gefinancierde projecten dragen bij aan sleuteltechnologieën. Ze hebben, vanwege hun omvang, een grote impact op de sleuteltechnologieontwikkeling in Nederland. In de eerste twee rondes werd naar schatting ruim 3,5 miljard € (voorlopig) toegekend aan projecten waarin sleuteltechnologieën van belang zijn. Bijna 60% daarvan werd toegekend aan de (door)ontwikkeling van de sleuteltechnologieclusters *Photonics and Light Technologies, Engineering and Fabrication Technologies* en *Life Science Technologies*.

De NGF-investeringen vullen deels de behoefte aan publieke investeringen in sleuteltechnologieën in, want ze zijn substantieel en meerjarig en met de gefinancierde PPS-innovatieprogramma's kunnen we nieuwe kennis opbouwen. Tegelijkertijd is het NGF tijdelijk. Het roept de vraag op wat er nodig is voor een structureel sleuteltechnologiebeleid voor de lange termijn.

PPS-toeslagregeling

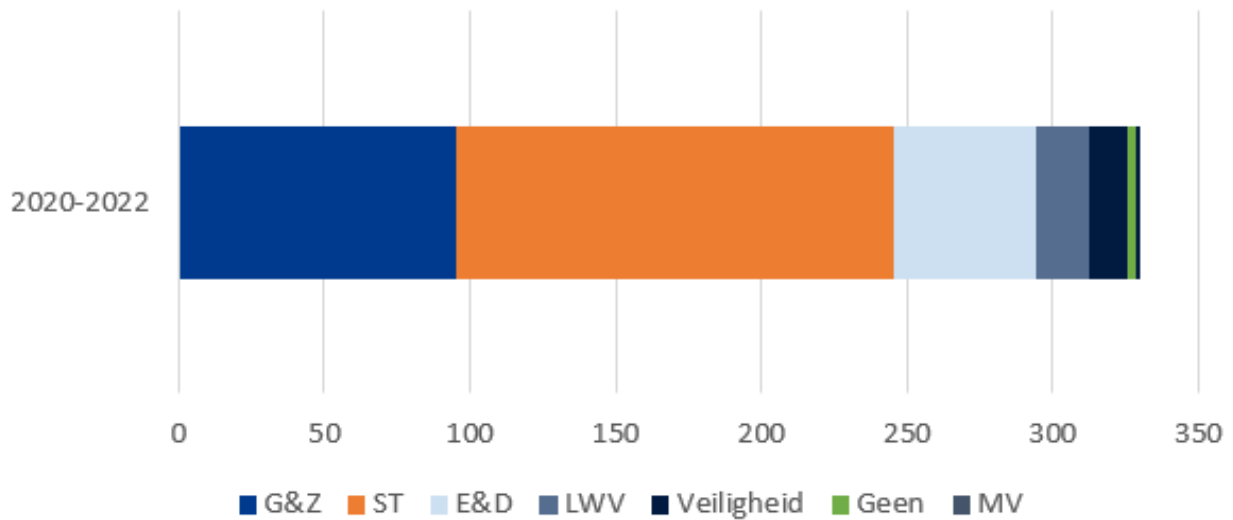
In de PPS-toeslagregeling, vanaf 2024 PPS-innovatieregeling, maakt de overheid geld vrij voor nieuwe R&D-activiteiten in publiek-private samenwerkingen (PPS). In hoeverre speelt sleuteltechnologie in de gefinancierde projecten een rol? Voor 2020 t/m 2022 hebben we een analyse gemaakt op basis van de registratie van RVO (cijfers 23 oktober)²¹. Hiervoor werd geselecteerd op basis van de koppeling van PPS-toeslagprojecten met tenminste één sleuteltechnologie.

Van de 1134 PPS-toeslagprojecten kenden 598 projecten (53%) een sleuteltechnologiecomponent. Bij 326 van deze 598 projecten (55%) waren tevens één of meerdere mkb-bedrijven betrokken. Bij 186 van de 598 projecten werd de KIA Sleuteltechnologieën als primaire KIA opgegeven. De overige projecten vielen onder een andere KIA of waren niet aan een KIA gekoppeld (zie figuur 4).

De omvang van de PPS-toeslag voor projecten met een sleuteltechnologiecomponent was € 330 miljoen op een totale PPS-toeslag van € 524 miljoen (63%).

²¹ www.bedrijvenbeleidinbeeld.nl/downloads/publicaties/2023/10/5/bijlage-labelanalyses-missiegedreven-innovatiebeleid-voor-www.bedrijvenbeleidinbeeld.nl-2022

PPS-toeslag (M€) voor projecten met sleuteltechnologie, per primaire KIA



Figuur 4

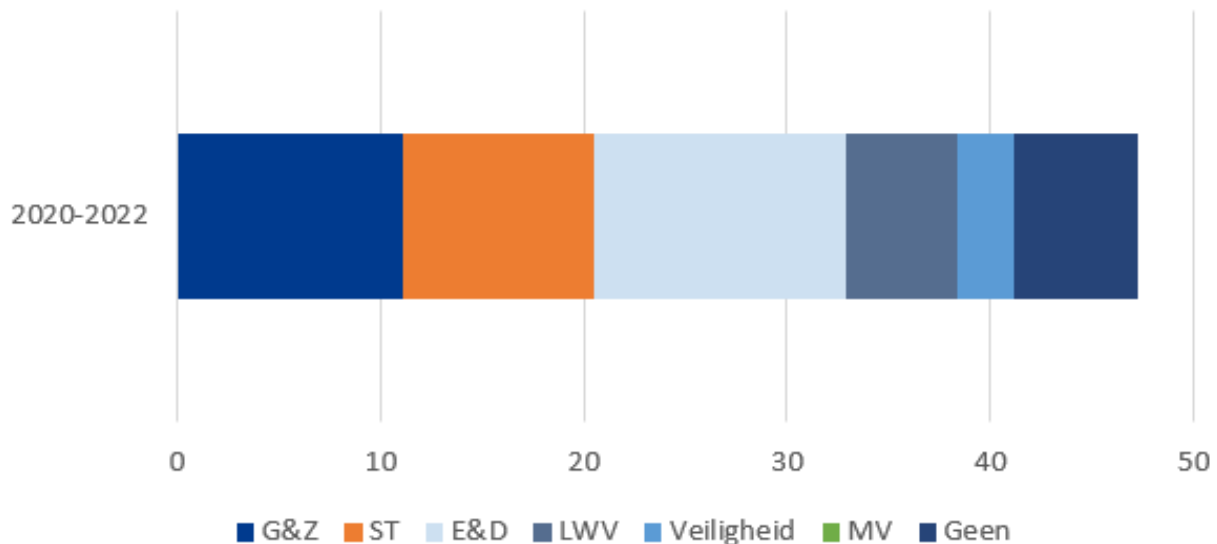
MIT-regeling

De Mkb-innovatiestimulering Regio en Topsectoren (MIT) bevordert innovatie bij het midden- en kleinbedrijf. Op dezelfde wijze als voor de PPS-toeslagregeling hebben we een analyse gemaakt van de rol van sleuteltechnologieën binnen MIT-projecten.

Van de 3.514 MIT-projecten kenden 1.224 projecten (35%) een sleuteltechnologie-component. Als primaire KIA werd voor 273 daarvan de KIA Sleuteltechnologieën opgegeven, de overige projecten vielen onder een andere of geen enkele KIA (zie figuur 5).

De omvang van de MIT-bijdrage voor projecten met een sleuteltechnologiecomponent was € 47,3 miljoen op een totale MIT-bijdrage van € 110 miljoen (43%).

MIT-subsidiebedrag (M€) voor projecten met sleuteltechnologie, per primaire KIA



Figuur 5

Positionering van het Themateam

De coördinator van de KIA Sleuteltechnologieën heeft in opdracht van het Themateam een interne evaluatie uitgevoerd. Hoe functioneerden we in de KIC-periode 2020-2023 en wat zijn onze ambities? Het Themateam heeft een notitie aangenomen met een samenvatting van de evaluatie met als belangrijkste conclusies:

- De KIA Sleuteltechnologieën is een goed platform om partijen te verbinden, informatie te delen en tot gezamenlijke initiatieven te komen.
- Samen programmeren is in principe mogelijk, vooral om nieuwe programma's te vormen en extra financiering aan te boren. Lastiger is het om keuzes te maken in het gezamenlijk belang en eigen middelen in gezamenlijke programma's in te brengen.
- Met de huidige BGP-aanpak werken we bottom-up aan draagvlak. Maar dit leidt niet vanzelfsprekend tot concrete vervolgstappen. Besluitvorming in het Themateam heeft niet altijd tot gevolg dat betrokken KIC-partners tot concrete vervolgstappen komen.
- Het Themateam wil zijn waarde vergroten door een sleuteltechnologiestrategie te ontwikkelen. Een top-downinzet op strategische sleuteltechnologie-onderwerpen maakt het makkelijker om stakeholders te activeren, omdat ambities en steun dan duidelijk zijn.
- Het Themateam kan een nadrukkelijker rol spelen bij het NGF, bijvoorbeeld aanjagend of adviserend.



- Ons speelveld is continu in ontwikkeling. Het is een uitdaging om tot een overzichtelijk speelveld te komen in deze dynamiek. Er zijn nu veel stakeholders en onafhankelijke processen binnen het missiegedreven innovatiebeleid en in andere relevante overlegstructuren, zonder duidelijke rolverdeling.

We zien dat de ambitie van de betrokken KIC-partners groot is. We waarderen de resultaten die we bereiken en vooral ook dat KIC-partners elkaar aansporen om onze ambitie te realiseren en het tempo van executie te verhogen. Daarvoor is een vergroting van de beschikbare executiekracht van de KIA-coördinator en KIC-partners wenselijk. Met de totstandkoming van de Nationale Technologiestrategie, de update van de KIA Sleuteltechnologieën en het vernieuwde KIC zullen we met alle betrokken partijen onze ambities moeten waarmaken.

Bijlage 2: Uitvraag rol van sleuteltechnologieën voor thematische KIA's

Sleuteltechnologieën zijn van belang voor het realiseren van de centrale missies van het MIB die leidend zijn voor de thematische KIA's Energietransitie en circulariteit; Landbouw, Water, Voedsel; Gezondheid & Zorg en Veiligheid. Naar dit belang wordt vanuit twee perspectieven gekeken: enerzijds een beschrijving van de rol van sleuteltechnologieën voor de thematische KIA's en hun missies ('innoveren met sleuteltechnologieën') en anderzijds de noodzaak van de doorontwikkeling van sleuteltechnologieën voor het realiseren van de lange-termijn doelen en missies van de thematische KIA's ('innoveren in sleuteltechnologieën').

In gesprekken met de coördinatoren van de thematische KIA's werd een beschrijving van deze perspectieven opgehaald. In de gesprekken werd bovendien ingegaan op de wijze van samenwerking tussen de thematische KIA's en de KIA ST. Gekoppeld aan deze gesprekken werd door het ministerie van EZK ten behoeve van de NTS een uitvraag gedaan op detailniveau naar het belang van de verschillende sleuteltechnologieën voor de specifieke missies van de thematische KIA's. De resultaten van de gesprekken zijn hieronder overkoepelend samengevat en staan vervolgens per thematische KIA weergegeven.

Samenvatting

De volgende vijf vragen werden aan alle thematische KIA's voorgelegd. Wanneer bepaalde vragen of onderdelen daarvan minder relevant waren werden deze niet of minder gedetailleerd beschreven.

- **Vraag 1:** Hoe wordt vanuit de thematische KIA teruggekeken op deze KIC-periode met betrekking tot sleuteltechnologieën en de rol van KIA ST daarin? Wat zou verbeterd kunnen worden en op welke wijze?
- **Vraag 2:** Beschrijf kort welke sleuteltechnologieclusters van belang zijn voor de thematische KIA.
- **Vraag 3:** Geef aan welke sleuteltechnologieclusters uit vraag 1 van belang zijn voor welke missie van de thematische KIA en licht kort toe.
- **Vraag 4:** Wat zijn de meest relevante specifieke sleuteltechnologieën uit de genoemde clusters die worden toegepast in de thematische KIA en wat is hun rol? Geef indien mogelijk ook aan via welke missies dit loopt. Let op: Het gaat hier om 'innoveren met sleuteltechnologieën'.
- **Vraag 5:** Welke specifieke sleuteltechnologieën moeten worden doorontwikkeld in het belang van de thematische KIA? Let op: Het gaat hier om 'innoveren in sleuteltechnologieën'. Geef ook aan welke programma's lopen (of gaan lopen) ten behoeve van de doorontwikkeling van deze sleuteltechnologieën.



Per vraag is hieronder een overkoepelende samenvatting weergegeven. Omdat het het voor veel thematische KIA's niet mogelijk was om vraag 3 voldoende te beantwoorden, is dit aspect in de samenvatting achterwege gelaten.

Aansluiting van de KIA ST op de thematische KIA's

De belangrijke rol van sleuteltechnologieën en daarmee van de KIA ST voor de centrale missies van het MIB wordt breed herkend vanuit de thematische KIA's. Technologie is een belangrijk middel voor de thematische KIA's om hun doelstellingen te behalen, zowel op korte als op langere termijn. Dat vertaalt zich ook in een duidelijk zwaartepunt binnen de PPS-portfolio, wat laat zien dat publieke en private partijen zich duidelijk organiseren rondom sleuteltechnologieën in de thematische KIA's. Dit beeld wordt ondersteund door de NGF-projecten die gerelateerd zijn aan de domeinen van de thematische KIA's.

Het verschil in focus van de KIA ST (primair gericht op laag TRL-ontwikkeling) ten opzichte van de thematische KIA's (ontwikkeling op midden en hoog TRL) was voor de partijen duidelijk. De mate waarin actief aan en over sleuteltechnologieën wordt nagedacht verschilt aanzienlijk per thematische KIA. Er is in de afgelopen periode gewerkt aan het beschrijven van de raakvlakken en de overlap tussen de KIA ST en de thematische KIA's. Aan beide zijden zijn veel initiatieven opgestart, zoals de BGP's binnen de KIA ST, waarmee een solide basis is gelegd om strategisch op te bouwen.

De interactie tussen de KIA ST en de thematische KIA's zou intensiever kunnen zijn. De genoemde raakvlakken en overlap bieden kansen voor strategische samenwerking. Hierbij wordt als eerste gedacht aan sleuteltechnologieën waarvan de relevantie herkend wordt binnen meerdere thematische KIA's. Maar ook in het geval van een *market pull* vanuit één thematische KIA wordt een gezamenlijke aanpak aangemoedigd. Het vergroten van de zichtbaarheid van sleuteltechnologieën en van activiteiten gericht op de (door)ontwikkeling daarvan, zowel binnen de thematische KIA's als vanuit de KIA ST, kan een nauwere samenwerking stimuleren.

Om aan de wens voor nauwere samenwerking invulling te geven is het enerzijds nodig dat de thematische KIA's hun programmering zo aanpassen dat deze deelname van sleuteltechnologie-spelers stimuleert. De KIA ST kan een actieve rol spelen in het verbinden van onderwerpen van de thematische KIA's met het sleuteltechnologie-ecosysteem. Hier wordt onder meer invulling aan gegeven door de nieuwe sleuteltechnologieconferenties en door een actievere vertegenwoordiging van de KIA ST binnen de thematische KIA's.

Versnippering van financiering en beleid wordt genoemd als factor die de samenwerking en de innovatiesnelheid beperkt. Daarnaast is het van belang om Nederlandse initiatieven af te stemmen op het Europese en internationale speelveld.

Het belang van sleuteltechnologieclusters voor de thematische KIA's

Voor vrijwel alle thematische KIA's behoren *Digital and information technologies* en *Engineering and fabrication technologies* tot de meest relevante sleuteltechnologieclusters. Ook de relevantie van de clusters *Advanced materials*, *Chemical technologies* en *Life science and biotechnologies* werd breed ervaren; ze werden ieder drie thematische KIA's genoemd als belangrijk sleuteltechnologiecluster. De andere drie sleuteltechnologieclusters (*Photonics and optical technologies*, *Quantum technologies* en *Nanotechnology*) werden niet door meerdere thematische KIA's gekenmerkt als zijnde van primair belang.

De relevantie van *Digital and information technologies* wordt zeer breed ervaren. Het is bijvoorbeeld van belang voor het (beter) organiseren van zorg, waarvoor goede, betrouwbare, actionable data nodig is die nu vaak niet beschikbaar is. Het belang van het ontsluiten van gegevens is ook voor LWV groot, bijvoorbeeld voor modellering, voorspellen en digital twinning. Dit laatste wordt in het veiligheidsdomein als ondersteunend gezien voor situationeel overzicht en planning van interventies. Digitale oplossingen zijn relatief makkelijk te kopiëren en generiek toepasbaar op andere gebieden of domeinen. Het belang van de KIA Digitalisering ligt onder meer in het formuleren van antwoorden op deze uitdagingen.

Binnen het cluster *Engineering and fabrication technologies* wordt sensing relevant geacht voor een goede veiligheids-informatievoorziening en, in combinatie met robotica, om mensen langer thuis te kunnen laten wonen. Robotica wordt ook zelfstandig genoemd als relevante sleuteltechnologie voor LWV. Imaging technologies zijn daarnaast van belang voor zowel medisch specialistische zorg als voor verplaatsing van zorg naar de eerste lijn. Het cluster is tot slot relevant vanwege sensoren voor afvalscheiding, system engineering voor het circulair denken over het maken van additieven en voor productstandaarden op het gebied van Circulaire Economie.

Advanced materials is als cluster van belang voor de thematische KIA Veiligheid. Het belang is ook groot voor Energietransitie, omdat dit grotendeels over apparatuur en installaties gaat. Dit cluster kan bijdragen aan winst op het gebied van slijtage, efficiency, gewicht, sterkte, levensduur, kosten en opbrengsten. Dit geldt voor Circulaire Economie met name voor bijvoorbeeld substitutie van (kritische) materialen en voor het ontwikkelen van biodegradable kunststoffen. De focus ligt niet alleen op functionele materiaaleigenschappen voor de primaire toepassing maar ook op de mogelijkheden voor hergebruik en verwerking. Een aandachtspunt bij nieuwe materialen is dat een risicobeoordeling voor milieu- en gezondheidseffecten complex is. Maar dit is wel noodzakelijk voordat dergelijke materialen grootschalig worden gebruikt. Het Safe & Sustainable by Design framework kan hiervoor ingezet worden.

Het belang van *Chemical technologies* speelt binnen Energietransitie vooral voor industriële toepassingen, zoals verbetering van efficiency van bestaande reacties en het ontwikkelen van nieuwe grondstoffen en producten door middel van nieuwe reacties. Voor Circulaire Economie is het cluster relevant voor het scheiden van materiaalstromen bij afvalverwerking, voor analyse van materialen en voor bijvoorbeeld chemisch recycleren. Voor



LWV ligt de relevantie in onder meer waterzuivering (waaronder het verwijderen of afbreken van medicijnresten) en (bio)processing van biomassa. Voor deze nieuwe stoffen en processen gelden dezelfde risico-overwegingen als voor nieuwe materialen.

De relevantie van het cluster *Life science and biotechnologies* ligt voor Circulaire Economie bij het verwerken van afvalstoffen, de productie van materialen, het omzetten van reststofstromen in nuttige materialen en in de substitutie van belastende materialen door biomaterialen. Voor LWV is het cluster van belang voor onder meer plantenveredeling, bioprocessing van biomassa en eiwitproductie. Binnen G&Z ligt de nadruk onder andere op diagnostiek, behandeling, geneesmiddelenonderzoek en leveringszekerheid.

Vanuit vrijwel alle KIA's werd benadrukt dat dit niet betekent dat andere clusters niet relevant zijn voor de verschillende missies, maar dat die relevantie zich in dat geval beperkt tot één of enkele sleuteltechnologieën dan wel missies of MMIPs. Ook werd benadrukt dat in de meest gevallen juist een combinatie van sleuteltechnologieën leidt tot een succesvolle innovatie ten behoeve van maatschappelijke uitdagingen.

Innovatie met specifieke sleuteltechnologieën in de thematische KIA's

Een groot aantal specifieke sleuteltechnologieën vindt toepassing in de verschillende thematische KIA's. Sleuteltechnologieën uit het cluster *Digital and information technologies* werden het meest genoemd. Zo wordt *Artificial intelligence* brede toegepast binnen de KIA's en wordt dit vaak gekoppeld met *Data science, data analytics and data spaces* en met *Cyber security technologies*. Ook *Digital twinning and immersive technologies* wordt vaker genoemd. Dit sluit nauw aan bij de transitie digitalisering, waarvoor verwezen wordt naar de deel-KIA Digitalisering.

Benadrukt werd dat bijna alle sleuteltechnologieën wel ergens binnen de verschillende thema's van belang zijn, veelal juist in combinatie met één of meerdere andere sleuteltechnologieën. Dit onderschrijft dat het primaat voor de doorontwikkeling van deze sleuteltechnologieën ten behoeve van thematische toepassingen bij de thematische KIA's ligt. Een uitdaging voor de thematische KIA's in de toepassing van veel sleuteltechnologieën ligt daarnaast in de maatschappelijke kant van transities.

Innovatie in specifieke sleuteltechnologieën voor de thematische KIA's

Het duiden van de sleuteltechnologieën waarin verdere innovatie gewenst is ten behoeve van de maatschappelijke uitdagingen levert een gedifferentieerd beeld op. Voor G&Z lijkt de ontwikkeling van nanotechnologie nieuwe mogelijkheden te ontsluiten voor een kleinere ecologische footprint maar ook voor nieuwe toepassingen, zoals personalized medicine. Robotica biedt kansen voor de KIA Veiligheid voor de ontwikkeling van (semi-)autonome systemen. Dit geldt ook voor de KIA LWV, die ook een aantal andere sleuteltechnologieën benoemt die doorontwikkeling behoeven, waaronder *Sensor and actuator technologies, Biomanufacturing and bioprocessing, Energy materials* en *Photon generation technologies*. Voor de KIA Energietransitie wordt vooral vanuit toepassingen gekeken naar



sleuteltechnologieën, resulterend in een breed pallet aan technologieën waarop ontwikkeling gewenst is. Voor Circulaire Economie is doorontwikkeling gewenst in onder meer *Catalysis* en *Separation technologies* in verband met kritische materialen, in Electricity-driven chemical reaction technologies voor Carbon Capture an Utilisation, in *Soft/bio materials* voor klimaatneutrale materialen en in *Digital twinning* in verband met bijvoorbeeld hergebruik van materialen bij onderhoud van grote infrastructuur.



Bijlage 3: Uitvraag per KIA

De volledige beantwoording van de vragen wordt hieronder per KIA weergegeven.

KIA E&C – Circulaire Economie

Voor de KIA E&C – Circulaire Economie werd de uitvraag gedaan bij:

- Bas Warmenhoven, Min. I&W, coördinator kennis en innovatie voor circulaire economie
- Peter Berben, directeur TKI Groene Chemie en Circulariteit

Vraag 1: Hoe wordt vanuit de thematische KIA teruggekeken op deze KIC-periode met betrekking tot sleuteltechnologieën en de rol van KIA ST daarin? Wat zou verbeterd kunnen worden en op welke wijze?

Terugblik:

Voorafgaand aan de huidige periode is een uitvraag gedaan bij de KIA CE, vergelijkbaar met de huidige uitvraag. Er is vervolgens weinig opvolging gegeven aan de relatie en interactie met CE. Vanuit de KIA CE ging veel aandacht uit naar de opbouw van de eigen organisatie en het positioneren van het onderwerp CE.

Hoewel de KIA CE vertegenwoordigd was in het kernteam van de KIA ST was de afgelopen periode niet veel sprake van concrete samenwerking. De mogelijkheid tot verbinding werd pas concreet met het NXTGEN Hightech NGF-voorstel, maar een daadwerkelijke aansluiting werd ook daar niet gevonden.

Binnen de KIA CE leefde het beeld dat wanneer iets rondom kennis en innovatie niet binnen de maatschappelijke thema's past, geprobeerd wordt het bij sleuteltechnologieën onder te brengen, als restcategorie. Binnen de KIA CE werd sleuteltechnologieën niet als belangrijk onderwerp voor samenwerking gezien.

Verbeterpunten + voorgestelde aanpak:

Het zou welkom zijn als Sleuteltechnologieën meer als enabler gepositioneerd wordt vanuit de KIA ST. Vanuit de KIA CE is er een duidelijke technologiebehoefte, waaronder op het gebied van sleuteltechnologieën, omdat CE gepaard gaat met een aantal technische uitdagingen. Verdienvermogen is daarbij ook relevant. CE gaat immers over economie, maar met andere economische uitgangspunten dan momenteel gebruikelijk is.

Voor een betere samenwerking zou een overzicht van sleuteltechnologieën die van belang zijn voor Circulaire Economie als startpunt kunnen dienen. Van daaruit kunnen de ecosystemen worden verbonden, zodat er daadwerkelijk activiteit ontstaat.

Vraag 2: Beschrijf kort welke sleuteltechnologieclusters van belang zijn voor de thematische KIA.

De meest relevante clusters voor de KIA CE zijn *Advanced materials* en *Chemical technologies*, op de tweede plaats komen *Life science and biotechnologies* en *Engineering en fabrication technologies*. Het cluster *Digital information technologies* is slechts beperkt van belang.

Advanced materials is van belang voor onder andere substitutie van materialen die nu gebruikt worden (ook voor circulair bouwen), voor circulair ontwerpen en het ontwikkelen van bijvoorbeeld biodegradable plastics. Daarnaast is dus cluster relevant in het kader van kritieke materialen en

strategische autonomie, zoals deze zijn benadrukt in de Nationale Grondstoffenstrategie. De focus ligt niet alleen op functionele eigenschappen van materialen voor de primaire toepassing, maar ook op de mogelijkheden voor hergebruik en verwerking.

Chemical technologies is relevant voor onder meer het scheiden van materiaalstromen bij afvalverwerking, voor analyse van materialen en voor bijvoorbeeld chemisch recyclen.

Life science and biotechnologies is als cluster relevant voor het verwerken van afvalstoffen, de productie van biobased materialen, het omzetten van stromen van reststoffen in nuttige materialen en substitutie van belastende materialen door *biobased materialen*.

Engineering and fabrication technologies is vooral van belang vanwege processen en sensoren voor afvalscheiding, het circulair denken bij het maken van additieven en voor productstandaarden op het gebied van CE.

Vraag 4: Wat zijn de meest relevante specifieke sleuteltechnologieën uit de genoemde clusters die worden toegepast in de thematische KIA en wat is hun rol? Geef indien mogelijk ook aan via welke missies dit loopt. Let op: Het gaat hier om 'innoveren met sleuteltechnologieën'.

Sleuteltechnologie	Rol
<i>Separation technologies</i>	Afval is vaak een gemengde materiaalstroom. Voor een zo hoogwaardig mogelijke recycling moet deze stroom uit elkaar worden gehaald tot – in het voorbeeld van plastic afval – de verschillende soorten kunststoffen en in kunststoffen met of zonder additieven.
<i>Energy materials</i>	Voor circulariteit bij o.a. windmolens, batterijen, elektrolyzers en zonnepanelen, evenals energienetwerken (kabels, transformatiestations etc.)
<i>Biomaterials</i>	Als alternatief voor belastende bouwmaterialen en plastics
<i>Catalysis</i>	Belangrijk proces voor o.a. recycle-technieken en het maken van nieuwe materialen uit biomateriaal of CO ₂

Vraag 5: Welke specifieke sleuteltechnologieën moeten worden doorontwikkeld in het belang van de thematische KIA? Let op: Het gaat hier om 'innoveren in sleuteltechnologieën'. Geef ook aan welke programma's lopen (of gaan lopen) ten behoeve van de doorontwikkeling van deze sleuteltechnologieën.

Sleuteltechnologie	Lopende (of geplande) programma's voor doorontwikkeling
<i>Catalysis en Separation technologies</i>	Recyclingprocessen (NGF Circular Plastics, MMIP 6 van IKIA Energie & Klimaat) en raffinage van kritieke materialen en strategische autonomie voor energietransitie en HTSM-toepassingen (o.a. chips) (inzet KIA CE, rekening houdend met o.a. Nationale Grondstoffenstrategie)
<i>Electricity-driven chemical reaction technologies</i>	Carbon (Capture and) Utilisation, bijv. in NGF-voorstel FutureCarbonNL
<i>Soft/bio materials</i>	NGF-voorstel BioBased Circular, NGF-project Toekomstbestendige Leefomgeving (gericht op bouwmaterialen)
<i>Digital twinning</i>	Van belang voor bijvoorbeeld onderhoud van grote infrastructuur (welke materialen zitten erin, wat is herbruikbaar, etc). NGF-voorstel Beton Reinvented, NGF-project Toekomstbestendige leefomgeving. Daarnaast ook voor product- en materiaalpaspoorten, die verplicht zijn voor batterijen en naar verwachting dat ook gaan worden voor andere producten.



KIA E&C – Energietransitie

Voor de KIA E&C – Energietransitie werd de uitvraag gedaan bij:

- Marjolein van Splunder, Min. EZK, beleidsadviseur Energie-innovatie
- Rob Kreiter, directeur TKI Energie en Industrie

Vraag 1: Hoe wordt vanuit de thematische KIA teruggekeken op deze KIC-periode met betrekking tot sleuteltechnologieën en de rol van KIA ST daarin? Wat zou verbeterd kunnen worden en op welke wijze?

Terugblik:

In de vorige periode liep het opstellen van de KIA op het gebied van energietransitie vanwege de koppeling met het klimaatakkoord voor op andere KIA's, waardoor de interactie met o.a. de KIA ST beperkt werd. In de KIA Energietransitie werd dus sterk geredeneerd vanuit de maatschappelijke opgave. Sleuteltechnologieën werd gezien als domein waarin bottom-up wordt gewerkt en dat enabling zou moeten zijn voor onder andere de energietransitie. Dat laatste werd beperkt door het verschil in karakter (top-down tegenover bottom-up). Het is de afgelopen periode gelukt om te beschrijven waar de raakvlakken en de overlap zitten, maar het sturen daarop komt nog onvoldoende uit de verf. Een oorzaak daarvan is dat de rol van eenieder niet duidelijk is. Wel duidelijk is de essentiële rol van sleuteltechnologieën voor de energietransitie.

Verbeterpunten + voorgestelde aanpak:

Het zou goed zijn als er meer sturing plaatsvindt. Dat kan zowel zijn om extra in te zetten op gebieden waarop meer ontwikkeling wenselijk is, maar ook om juist niet te stimuleren waar het niet nodig is. Gericht programmeren is gewenst.

Voor het maken van de aansluiting tussen de thematische KIA en de KIA Sleuteltechnologieën is een bijdrage vanuit beide kanten nodig. De Nederlandse AI Coalitie is een goed voorbeeld waarin een samenwerking vanuit beide kanten werd opgebouwd. Enerzijds zocht het AI-domein naar toepassingen en anderzijds werd vanuit de toepassing aangegeven wat nodig en gewenst was. Dit vereist wat meer inspanning bij sleuteltechnologieën die minder aansprekend of bekend zijn. Use cases zijn dan van belang omdat die het creatieve proces kunnen aanjagen.

Vraag 2: Beschrijf kort welke sleuteltechnologieclusters van belang zijn voor de thematische KIA

De grootste en voor de energietransitie belangrijkste clusters zijn *Advanced Materials* en *Chemical Technologies*. Daarnaast wint *Digital and information technologies* snel aan omvang en belang. *Life science and biotechnologies* zijn voor de energietransitie niet van belang, net zo min als *Quantum technologies*. *Photonics and optical technologies* zijn ook minder belangrijk.

Advanced materials is van belang omdat energietransitie grotendeels over apparatuur en installaties gaat. Dit cluster kan bijdragen aan winst op het gebied van slijtage, efficiency, gewicht, sterkte, levensduur, kosten en opbrengsten. Ook voor circulariteit is dit cluster relevant.

Het belang van *Chemical technologies* speelt vooral voor industriële toepassingen. Het gaat hierbij om bijvoorbeeld verbetering van efficiency van bestaande reacties en het ontwikkelen van nieuwe grondstoffen en producten door middel van nieuwe reacties. Voor circulariteit van koolstof is dit cluster relevant, net als voor andere grondstoffen.

Digital and information technologies is een cluster dat overal in terugkomt. Oplossingen die worden ontwikkeld zijn digitaal makkelijk te kopiëren en zijn vervolgens generiek toepasbaar in de energiesector.

Vraag 3: Geef aan welke sleuteltechnologieclusters uit vraag 1 van belang zijn voor welke missie van de thematische KIA en licht kort toe.

Missie	Sleuteltechnologieclusters	Toelichting
A: Energieopwekking	Advanced materials (en secundair Photonics and optical technologies)	
B: Verduurzamen gebouwde omgeving	Digital and information technologies en Engineering and fabrication technologies	Pre-fab bouwdelen, industrialiseren van de bouwketen
C -	Chemical technologies en Digital and information technologies	
D+: Mobiliteit	Digital and information technologies en batterij-technologie (onderdelen van Advanced materials + Chemical technologies)	
E: Landbouw	Chemical technologies (en secundair Biomanufacturing and bioprocessing)	
13: Systeemintegratie	Digital and information technologies	
Doorsnijdend thema	Digital and information technologies	

Vraag 4: Wat zijn de meest relevante specifieke sleuteltechnologieën uit de genoemde clusters die worden toegepast in de thematische KIA en wat is hun rol? Geef indien mogelijk ook aan via welke missies dit loopt. Let op: Het gaat hier om 'innoveren met sleuteltechnologieën'.

Sleuteltechnologie	Rol
Bijna alle sleuteltechnologieën zijn van belang. De KIA richt zich op heel veel technologieën en daarnaast ligt de uitdaging ook in de maatschappelijke kant van de transitie.	
<i>Energy materials</i>	Dit is het hart van de energietransitie
Andere voorbeelden: <i>Bioraffinage, digitalisering, photovoltaics, waterstof</i>	

Vraag 5: Welke specifieke sleuteltechnologieën moeten worden doorontwikkeld in het belang van de thematische KIA? Let op: Het gaat hier om 'innoveren in sleuteltechnologieën'. Geef ook aan welke programma's lopen (of gaan lopen) ten behoeve van de doorontwikkeling van deze sleuteltechnologieën.

Sleuteltechnologie	Lopende (of geplande) programma's voor doorontwikkeling
Energie materials (bijv. electrolyzers, nieuwe materialen voor zonnecellen)	Via tenders, thematische calls, NGF-projecten/voorstellen
Design van materialen	Ten behoeve van circulariteit
In de gebouwde omgeving, bijv: <ul style="list-style-type: none"> • beton recyclen • relevante eigenschappen van niet-traditionele bouwmaterialen • apparaatinnovaties zoals warmtepompen • digitalisering 	
Gericht op energie, bijv: <ul style="list-style-type: none"> • Materialen voor hogere temperaturen • Technologie voor industriële warmtepompen 	
<i>Chemical technologies</i> voor toepassingen op het snijvlak van materialen en apparaten beton recyclen	
Meer kennis nodig, bijv: <ul style="list-style-type: none"> • expertise op het gebied van elektronica voor grote vermogens, zoals nodig voor verdere elektrificatie. • kennis van nieuwe materialen en warmteoverdracht voor een nieuwe, elektrische naftakraker 	
<i>Artificial intelligence</i> en andere <i>Digital and information technologies</i> voor het slimmer afstemmen van vraag en aanbod van energie	
Ontwikkelingen rondom biobrandstof	



KIA Gezondheid & Zorg

Voor de KIA G&Z werd de uitvraag gedaan bij:

- Maarten de Ruijter, Min. VWS, directie Geneesmiddelen en Medische Technologie
- Nico van Meeteren, Health~Holland, directeur TKI Life Sciences & Health
- Nienke Zwennes, Min. VWS, programmadirectie Innovatie & Zorgvernieuwing
- Twan Kerssens, Health~Holland, strategic public-private partnership manager

Vraag 1: Hoe wordt vanuit de thematische KIA teruggekeken op deze KIC-periode met betrekking tot sleuteltechnologieën en de rol van KIA ST daarin? Wat zou verbeterd kunnen worden en op welke wijze?

Terugblik:

Binnen de KIA G&Z spelen sleuteltechnologieën een belangrijke rol. Zo heeft bijna de helft van de afgeronde projecten van de TKI LSH te maken met enabling technologies. Ook bij de NGF-projecten die gerelateerd zijn aan het domein van de KIA G&Z vormen sleuteltechnologieën een belangrijke factor.

De bestaande lijst van 50 sleuteltechnologieën was omvangrijk. De mate van detaillering maakt communicatie voor het thema G&Z soms lastig. De reductie van het aantal sleuteltechnologieën in het cluster 'Life science and biotechnologies' in de herijkte sleuteltechnologieëlijst is in dat kader een verbetering.

De afgelopen KIC-periode zijn veel zaken opgestart vanuit de KIA ST, zoals bijvoorbeeld het BGP NXTGEN Hightech waaruit een omvangrijk NGF-project is voortgekomen. De inspanningen van het themateam en kernteam van de KIA ST hebben hun vruchten afgeworpen. Een uitdaging voor de komende periode is het maken van voldoende tempo. Het systeem waarin innovatie plaats moet vinden lijkt nog niet klaar voor een versnelling en dit vormt een belemmering voor zowel de KIA ST als de KIA G&Z.

De overeenkomsten en samenhang tussen de KIA ST en de KIA G&Z zijn groot, maar dat een duidelijk afbakening tussen beide KIA's ontbreekt wordt niet als belemmerend ervaren. Het gebrek aan voldoende zicht op NGF voorstellen werkt deze overlap ook in de hand. Verschillende NGF-voorstellen zijn opgezet vanuit Health~Holland en komen voort uit eerdere, kleinere publiek-private partnerships, waarbij het opvalt dat dezelfde partijen herhaaldelijk meedoen. Voor toekomstige nationale verbanden is het ook aan te raden om de Europese context mee te nemen, conform het advies van de AWTI uit het rapport 'Strategisch Samenspel'.

Verbeterpunten + voorgestelde aanpak:

De belangrijkste knelpunten zijn het gebrek aan mogelijkheden om snelheid te maken met innovaties (zie ook hierboven) en de versnippering van financieringsinstrumenten en beleidsagenda's. Er zijn veel verschillende financieringsinstrumenten vanuit allerlei lagen van de overheid (Europees, landelijk, provinciaal, regionaal, lokaal) en organisaties (institutioneel, intra-institutioneel) en het is erg moeilijk om daar goed zicht op te krijgen. Het Deense systeem voor financiering van onderzoek en innovatie pakt dit beter aan. De overheid zou op alle lagen moeten kijken hoe multi-level governance kan leiden tot ontsnippering van niet alleen financieringsinstrumenten maar ook beleidsagenda's gericht op innovatie. Versnippering versterkt bovendien het risico op het ontbreken van aansluiting van financiering en beleid in het hele R&I&D-traject. Er vindt wel langzaam een ontwikkeling plaats die een meer gecoördineerde aanpak mogelijk maakt. Het bundelen van financieringsinstrumenten kan daarbij behulpzaam zijn. Zo biedt de nieuwe PPS-regeling meer mogelijkheden voor gezamenlijk programmeren op basis van de PPS-toeslag.

Vraag 2: Beschrijf kort welke sleuteltechnologieclusters van belang zijn voor de thematische KIA.

De voor de KIA G&Z belangrijkste sleuteltechnologieclusters zijn:

- *Life science and biotechnologies*, voor onder andere diagnostiek, behandeling, geneesmiddelenonderzoek en leveringszekerheid.
- *Digital and information technologies* is belangrijk voor het (beter) organiseren van zorg. Daarvoor is goede, betrouwbare, actionable data nodig die nu vaak niet beschikbaar is.
- Uit het cluster *Engineering and fabrication technologies* zijn met name sensoren en robotica relevant om mensen langer thuis te kunnen laten wonen. Uit hetzelfde cluster zijn imaging technologies relevant voor de medisch specialistische zorg, maar ook voor het verplaatsen van zorg naar de 1^e lijn.

Het is van belang om ook te kijken naar sleuteltechnologieën vanuit het beoogde doel. Daarbij begin je met de behoefte van marktpartijen en kijkt vervolgens wat er aan technologie nodig is om dat doel te bereiken. De grootste winst zit dan in de combinatie van meerdere sleuteltechnologieën. Een voorbeeld is het ABOARD-project, waarin wordt gewerkt aan gepersonaliseerde diagnostiek, predictie en preventie van Alzheimer. Om dit te bereiken is doorontwikkeling van een scala aan sleuteltechnologieën nodig.

Vraag 4: Wat zijn de meest relevante specifieke sleuteltechnologieën uit de genoemde clusters die worden toegepast in de thematische KIA en wat is hun rol? Geef indien mogelijk ook aan via welke missies dit loopt. Let op: Het gaat hier om ‘innoveren met sleuteltechnologieën’.

Sleuteltechnologie	Rol
In het algemeen zijn juist combinaties van sleuteltechnologieën het belangrijkste. Het herleiden van een behoefte tot een specifieke sleuteltechnologie is daarom lastig. Sleuteltechnologieën hangen vaak met elkaar samen, bijvoorbeeld <i>Artificial intelligence</i> met <i>Cyber security technologies</i> , en <i>Data science, data analytics and data spaces</i> met <i>Digital connectivity technologies</i> .	
<i>Artificial intelligence</i> en <i>Cyber security technologies</i>	De verwachtingen van AI voor toepassingen binnen G&Z zijn hooggespannen. Vanwege de gevoeligheid van de gegevens is het echter essentieel dat de veiligheid daarvan geborgd zijn.
Biotechnologieën in combinatie met <i>bio-informatics</i> .	In veel laboratoria wordt biotechnologie nu los gezien van bio-informatica, terwijl juist de integratie van beide essentieel is voor impactvolle innovatie. Dit speelt niet alleen in de medische (rode) biotechnologie, maar ook in de industrie (wit) en landbouw en voedsel (groen). Daarom moet over deze integratie meer kennis worden ontwikkeld en toegepast.
Voorbeeld van complexe sleuteltechnologie-systemen: <i>Robotics</i> , diverse sleuteltechnologieën uit het <i>Photonics and optical technologies</i> cluster, <i>Soft/bio materials</i> en <i>Electricity-driven chemical reaction technologies</i> .	Bij compound screening worden momenteel individuele compounds geïdentificeerd voor de ontwikkeling van geneesmiddelen. Het systeem is echter veel complexer, vanwege de interacties tussen moleculen. Om die stap te maken is een combinatie van veel verschillende sleuteltechnologieën nodig.

Vraag 5: Welke specifieke sleuteltechnologieën moeten worden doorontwikkeld in het belang van de thematische KIA? Let op: Het gaat hier om 'innoveren in sleuteltechnologieën'. Geef ook aan welke programma's lopen (of gaan lopen) ten behoeve van de doorontwikkeling van deze sleuteltechnologieën.

Sleuteltechnologie	Lopende (of geplande) programma's voor doorontwikkeling
<i>Nanotechnology</i>	<p>Nanotechnologie biedt nog veel kansen voor G&Z, onder meer op gebied van nieuwe toepassingen, verminderd energieverbruik en een kleinere ecologische footprint. Hier lopen nu geen gerichte programma's voor. Binnen PharmaNL wordt hier wel aandacht aan besteed. Imec is ook actief op dit terrein, bijv. voor neurologische toepassingen. Ook TNO houdt zich bezig met nanotechnologie-ontwikkeling.</p> <p>Doorontwikkeling van deze sleuteltechnologie is essentieel voor bijvoorbeeld personalized medicine, waarbij de dosering nauwkeurig wordt afgestemd op de fysiologie van de patiënt en de geplande activiteiten.</p>



KIA Landbouw, Water, Voedsel

Voor de KIA LWV werd de uitvraag gedaan bij:

- Maita Latijnhouwers, Min. LNV, directie Strategie, kennis en innovatie
- Kees de Gooijer, TKI Agri & Food
- Floris den Boer, Min. I&W, Team Data-innovatie, strategie en kennis
- José Vogelesang, TKI Tuinbouw & Uitgangsmaterialen

Vraag 1: Hoe wordt vanuit de thematische KIA teruggekeken op deze KIC-periode met betrekking tot sleuteltechnologieën en de rol van KIA ST daarin? Wat zou verbeterd kunnen worden en op welke wijze?

Terugblik:

De afbakening van het onderwerp sleuteltechnologieën in beide KIA's was helder: Binnen de KIA ST wordt gewerkt aan het fundament van sleuteltechnologieën (laag TRL) en de toepassingskant van sleuteltechnologieën ligt bij de thematische KIA's (midden en hoog TRL). De interactie zou wel intensiever mogen, met meer aansluiting van de KIA ST bij de thematische KIA's, zeker op onderwerpen die meerdere thematische KIA's raken. Een voorbeeld daarvan is biotechnologie: dit komt terug in de KIA G&Z, groene biotechnologie is belangrijk voor de KIA LWV en witte biotechnologie is nodig voor een bio-based economy, voor vierkantsverwaarding van agri-grondstoffen en voor eiwitproductie (precisiefermentatie). Hierop komt nu meer activiteit, maar er liggen nog kansen voor een intensievere samenwerking.

Binnen de KIA LWV is veel beweging op het gebied van digitale sleuteltechnologieën, zoals AI, maar de verbinding met de KIA ST is op dit vlak niet zo stevig. Ook bij sensoren en fotonica liggen opgaven en kansen. Tezamen vormt dit de basis voor het sleuteltechnologie-programma binnen de KIA LWV, gericht op biotechnologie en veredeling (ST2) en smart technologies (ST1). De KIA LWV kende naast dit sleuteltechnologieprogramma nog 6 missies. Qua volume vormen drie programma's duidelijk het zwaartepunt met een omvangrijke PPS-portfolio; sleuteltechnologieën is er daar één van.

Verbeterpunten + voorgestelde aanpak:

Een intensere interactie en nauwere samenwerking op sleuteltechnologie-onderwerpen die voor de KIA LWV belangrijk zijn is gewenst. De KIA ST zou meer betrokken kunnen zijn in programma-teams en een rol kunnen pakken in de beoordeling van projectaanvragen.

Er vindt veel plaats rondom *Digital and information technologies* aan de randen van de KIA LWV, bijvoorbeeld op het gebied van monitoringsprogramma's van waterkwaliteit, bodemdaling, kwaliteit van dijken, kades en digital twins voor de Noordzee. De verbinding met het sleuteltechnologie-ecosysteem zou bijvoorbeeld gemaakt kunnen worden via gezamenlijke calls. Dit geldt ook voor het cluster *Engineering and fabrication technologies* en dan met name op het vlak van robotica. Voorwaarde is dan wel dat er vanuit beide kanten financiering beschikbaar wordt gesteld (PPS- of NWO-middelen).

Vraag 2: Beschrijf kort welke sleuteltechnologieclusters van belang zijn voor de thematische KIA.

<p>Technologie en sleuteltechnologie is een belangrijke component in de KIA LWV. De vier meest relevant clusters zijn</p> <ul style="list-style-type: none"> • Digital and information technologies, onder meer voor het ontsluiten van feitelijke gegevens, modellering, voorspellen en digital twinning. • Chemical technologies, ten behoeve van bijvoorbeeld waterzuivering (waaronder het verwijderen of afbreken van medicijnresten), (bio)processing van biomassa. • Engineering and fabrication technologies zijn relevant voor het bouwen van infrastructuur en voor robotics. • Life science and biotechnologies, bijvoorbeeld voor plantenveredeling, bioprocessing van biomassa en eiwitproductie.
--

Vraag 3: Geef aan welke sleuteltechnologieclusters uit vraag 1 van belang zijn voor welke missie van de thematische KIA en licht kort toe.

Missie	Sleuteltechnologieclusters	Toelichting
Natuur en bodem	<i>Digital and information technologies, Life science and biotechnologies</i>	Genomics, biodiversiteitsdata, bodem in kaart brengen, impact op bodem voorspellen, reinigingstechnieken voor de bodem (nutriënten, hormonen, microplastics).
Land- en tuinbouw	<i>Digital and information technologies, Life science and biotechnologies, Chemical technologies, Engineering and fabrication technologies, Photonics and optical technologies</i>	Biomolecular and cell technologies, plantaardige en dierlijke uitgangsmaterialen, land- en tuinbouw in vollegrond en bedekte teelten, precisielandbouw, etc.
Landelijk gebied	<i>Digital and information technologies, Chemical technologies, Engineering and fabrication technologies, advanced materials</i>	Membraantechnologie (t.b.v. terugwinning grondstoffen uit water), waterbesparing, waterzuivering (medicijnresten en microplastics)
Voedsel	<i>Digital and information technologies, Life science and biotechnologies, Engineering and fabrication technologies, Chemical technologies</i>	Voedselprocessing, ketenprocessen.
Noordzee en grote wateren	<i>Digital and information technologies</i>	Monitoring met drones / slimme sensoren, digitalisering Noordzee
Delta	<i>Engineering and fabrication technologies, Digital and information technologies</i>	Robotica, smart shipping, autonoom varen en baggeren

Vraag 4: Wat zijn de meest relevante specifieke sleuteltechnologieën uit de genoemde clusters die worden toegepast in de thematische KIA en wat is hun rol? Geef indien mogelijk ook aan via welke missies dit loopt. Let op: Het gaat hier om 'innoveren met sleuteltechnologieën'.

Sleuteltechnologie	Rol
Data science, data analytics and data spaces	Databases obv standaardisatie uitbouwen
Sensor and actuator technologies	Beschikbaar voor non-destructieve metingen
Artificial intelligence	Slimme algoritmes ontwikkeld voor meten, beslissen en handelen
Digital twinning	Ontwikkeld voor diverse gewassen, dieren en productiesystemen
[Decision support systems]	Geschikt voor beslissen op meer gedetailleerde schaal
Robotics [and visualization]	Beschikbare en betaalbare robots voor land- en tuinbouw, visserij/AC

Vraag 5: Welke specifieke sleuteltechnologieën moeten worden doorontwikkeld in het belang van de thematische KIA? Let op: Het gaat hier om 'innoveren in sleuteltechnologieën'. Geef ook aan welke programma's lopen (of gaan lopen) ten behoeve van de doorontwikkeling van deze sleuteltechnologieën.

Sleuteltechnologie	Lopende (of geplande) programma's voor doorontwikkeling
Separation technology	Nodig voor het filteren van hoogwaardige grondstoffen. Deze toepassing wordt deels doorontwikkeld in het NGF-project Groeiplan Watertechnologie. Perspectief-programma <i>ReCoVR: Recovery and Circularity of Valuable Resources</i> richt zich hier ook op.
Robotics	Ten behoeve van autonoom varen en baggeren. Een pilot voor autonoom baggeren is verkend in het programma Innovaties in de kustlijnverzorging, maar heeft helaas niet geleid tot een praktijkproef. Van groot belang voor landbewerking / oogst in de zeer nabije toekomst.
Energy materials, soft/biomaterials	Opwek / opslag in het rurale gebied.
Biomanufacturing and bioprocessing	Essentieel voor biocascadering / vierkantsverwaarding.
Artificial intelligence, digital twinning	Zeer brede relevantie. Digitalisering Noordzee (in ontwikkeling); Interconnectivity (data delen / datamanagement).
Sensortechnologie	Ontwikkelen sensoren voor real-time metingen van emissies (bijv. in stallen).
Photon generation technologies, photovoltaics	LED's, speciale zonnecellen voor de glastuinbouw. Kennisland bodem (verkenning).



KIA Veiligheid

Voor de KIA Veiligheid werd een uitvraag gedaan bij:

- Fenna Leijten, Min. Defensie, beleidsadviseur Kennis en Innovatie
- Bas ter Luun, Min. J&V, adviseur Kennis en Innovatie
- Leo Warmerdam, directeur TKI HTSM, coördinator KIA Veiligheid
- Bart Molmans, Holland High Tech, programmamanager KIA Veiligheid

Vraag 1: Hoe wordt vanuit de thematische KIA teruggekeken op deze KIC-periode met betrekking tot sleuteltechnologieën en de rol van KIA ST daarin? Wat zou verbeterd kunnen worden en op welke wijze?

Terugblik:

Het belang van sleuteltechnologieën voor de KIA Veiligheid is groot. Er vindt veel technologie-ontwikkeling plaats binnen de KIA Veiligheid waardoor er duidelijk een cross-over is met de KIA ST en daarnaast is er een overlap in de kernteams van beide KIA's. De verbinding tussen de KIA's is echter weinig expliciet en over agendering vindt slechts beperkt overleg plaats. De zichtbaarheid en samenwerking kan dus beter, als daar een wens voor is. Er wordt nu binnen de KIA Veiligheid weinig gesproken over sleuteltechnologieën op zichzelf; de focus ligt meer op de toepassingen.

Illustratief voor de kansen voor samenwerking is het BGP Cybersecurity/CS4NL dat vanuit de KIA ST is opgestart. Dit BGP wordt vanuit de KIA Veiligheid omarmd en vormt het zwaartepunt voor de missie digitale veiligheid. De methodiek van het initiëren, de totstandkoming en de werking van een BGP was voor de KIA Veiligheid interessant en leerzaam. Vanuit dit BGP is gekomen tot een gezamenlijke, omvangrijke NWO-call.

Verbeterpunten + voorgestelde aanpak:

In de KIA Veiligheid staat vooral het toepassen van sleuteltechnologieën centraal, de focus ligt dus niet op de doorontwikkeling van specifieke sleuteltechnologieën. Vaak is een combinatie van sleuteltechnologieën rondom een bepaald toepassingsgebied relevant.

Een heel strakke, gedefinieerde relatie met de KIA ST is geen voorwaarde voor de KIA Veiligheid. Wel wordt meer kennisdeling verwelkomd, dat ondersteund kan worden door onder meer een bredere communicatie van de activiteiten in beide KIA's. Voor de KIA Veiligheid draagt het verkennen van sleuteltechnologieën en meer fundamenteel gericht onderzoek via de KIA ST bij aan de blik op mogelijke toepassingsgebieden van sleuteltechnologieën binnen de KIA Veiligheid. Aandacht hiervoor zou kunnen worden geborgd door dit onderwerp te agenderen binnen de KIA Veiligheid.

J&V kijkt naar technologie langs twee assen: Enerzijds hoe het tot betere efficiency kan leiden voor de eigen activiteiten en anderzijds naar de risico's en dreigingen die met nieuwe technologieën gepaard gaan. Dat laatste aspect zou meegenomen kunnen worden in de (door)ontwikkeling van sleuteltechnologieën. Vanuit Defensie wordt daar nu al naar gekeken door middel van het 'risico verkennend onderzoek'. Verkennend onderzoek vanuit J&V, in samenwerking met TNO, richt zich vooral op toepassingen.

Veel van de onderwerpen die in de KIA Veiligheid relevant zijn vragen zeer geavanceerde technologie. Voor cybersecurity is de verbinding heel expliciet; dat onderwerp is ook goed geborgd via CS4NL. Voor ruimtevaart en maritiem lopen ook programma's met daarin sleuteltechnologie-

componenten. Voor die missies is het duidelijk lastiger om terug te redeneren tot een enkele sleuteltechnologie of een selecte set van sleuteltechnologieën.

Naast meer aandacht voor de risico's van sleuteltechnologieën is ook de maatschappelijke kant van het implementeren en adapteren van technologie van belang, zoals in het geval van semiautonome systemen. Daarvoor zijn KEM's relevant; dat onderwerp zal in de komende periode waarschijnlijk bij de KIA Maatschappelijk Verdienvermogen worden ondergebracht.

Vraag 2: Beschrijf kort welke sleuteltechnologieclusters van belang zijn voor de thematische KIA.

Belangrijke clusters voor de KIA Veiligheid zijn met name *Advanced materials, Quantum technologies, Digital and information technologies* en *Engineering and fabrication technologies*. Voor het bestrijden van misdaad en het beveiligen van de samenleving is een goede informatievoorziening van belang, waarbij sensing relevant is. Quantum computing vormt een bedreiging voor beveiliging. Artificial intelligence is relevant voor beslisondersteuning en biedt in combinatie met robotica kansen voor surveillance en beveiliging. Digital twinning is ondersteunend voor het creëren van situationeel overzicht en het plannen van interventies.

Het leggen van focus en prioriteit op deze clusters betekent niet dat overige technologieclusters (bijvoorbeeld *Photonics and optical technologies* voor laser satellietcommunicatie) niet relevant zijn. Naar verwachting is in vrijwel alle clusters technologie te vinden die voor de KIA Veiligheid van belang is.

Vraag 4: Wat zijn de meest relevante specifieke sleuteltechnologieën uit de genoemde clusters die worden toegepast in de thematische KIA en wat is hun rol? Geef indien mogelijk ook aan via welke missies dit loopt. Let op: Het gaat hier om 'innoveren met sleuteltechnologieën'.

Sleuteltechnologie	Rol	Missie(s) (optioneel)
Artificial Intelligence		Digitale veiligheid
Data science, data analytics and data spaces		
Cyber security technologies		
Digital twinning and Immersive technologies		



Vraag 5: Welke specifieke sleuteltechnologieën moeten worden doorontwikkeld in het belang van de thematische KIA? Let op: Het gaat hier om 'innoveren in sleuteltechnologieën'. Geef ook aan welke programma's lopen (of gaan lopen) ten behoeve van de doorontwikkeling van deze sleuteltechnologieën.

Sleuteltechnologie	Lopende (of geplande) programma's voor doorontwikkeling
Verschillende technologieën	Diverse NWO calls
Robotica	Semi-autonome systemen
	Proberen om focus te leggen op een actiegerichte agenda, ook PPSen inventariseren. Sleuteltechnologieën in supply chain security.
	Proberen om focus te leggen op een actiegerichte agenda, ook PPSen inventariseren. Sleuteltechnologieën in supply chain security.