

The background features a large teal shape on the left that tapers to the right, meeting a larger blue shape on the right. A white diagonal line separates these two main areas. Several triangles in various shades of blue, teal, and grey are scattered along this diagonal line, some pointing towards the teal area and others towards the blue area.

# Integrale Kennis- en Innovatie Agenda voor Klimaat en Energie

November 2023

## Inhoudsopgave

1.	Voorwoord.....	2
2.	Inleiding .....	3
	Kennis en Innovatie Convenant (KIC) 2024-2027 .....	5
3.	Terugblik 2019-2023.....	6
	Missie A - Elektriciteit .....	6
	Missie B - Gebouwde Omgeving .....	8
	Missie C - Industrie .....	11
	Missie D+ - Mobiliteit .....	13
	Missie E - Landbouw.....	14
	MMIP 13 - Systeemintegratie .....	16
4.	Herijking missies en MMIP's .....	19
	Missie A – Elektriciteit .....	22
	Missie B – Gebouwde Omgeving .....	31
	Missie B + Gebouwde Omgeving .....	46
	Missie C – Industrie .....	57
	Missie D+ - Mobiliteit .....	68
	Missie E – Landbouw.....	72
	MMIP 13 – Systeemintegratie.....	73
	Missie Kernenergie .....	76
	Relatie met Missie en KIA Circulaire Economie .....	79
5.	Doorsnijdende Thema's.....	81
	Waterstof.....	81
	Human Capital Agenda .....	83
	Digitalisering .....	86
	Maatschappelijk Verantwoord Innoveren.....	89
6.	Instrumenten .....	94
7.	Samenwerking en uitvoering .....	95
	Samenwerkingspartners.....	97

## 1. Voorwoord

Beste lezer,

Voor u ligt de Integrale Kennis- en Innovatie Agenda (IKIA) Klimaat en Energie voor de periode 2024-2027, met als ruggengraat 16<sup>1</sup> meerjarige missie gedreven innovatieprogramma's die tezamen de opgave voor de komende periode vormen richting het energiesysteem van de toekomst. Het National Plan Energiesysteem (NPE) – wat tijdens dit schrijven nog in concept is – zal in de komende Kennis- en Innovatie Convenant (KIC) periode dienen als leidraad in richting en keuzes; de innovatieopgaven die daaruit voortkomen richting een volledig klimaatneutraal Nederland in 2050 zie je dan ook in deze IKIA terugkomen. De urgentie is groter dan ooit, en versnelling is daarom van belang.

Ook is er in deze IKIA ruimte voor dwarsdoorsnijdende thema's die raken aan de energietransitie en die onmisbaar zijn voor het realiseren van een duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem. De transitie naar een circulaire economie is bijvoorbeeld zodanig verweven met de energietransitie dat deze is samengevoegd onder het Thema Energietransitie, en is zo cruciaal voor het slagen van de transitie dat het wederom een eigen deel-KIA heeft, die je [hier](#) kunt vinden.

Andere onmisbare energie-innovatieopgaven op het gebied van Digitalisering, Maatschappelijk Verantwoord Innoveren, de Human Capital Agenda en Systeemintegratie komen ook aan bod. Verder verdienen een aantal onderwerpen een apart kopje in deze IKIA, namelijk Waterstof en Kenenergie.

De middelen die het ministerie van Economische Zaken en Klimaat beschikbaar stelt voor Klimaat en Energie zijn uiteraard onmisbaar om de ambities van het (nu demissionaire) kabinet, vertaald in de MMIP's, te verwezenlijken. Belangrijke instrumenten voor de missies onder Klimaat en Energie zijn daarin de MOOI regeling, de DEI(+), de HER en de VEKI – de laatste specifiek ter verduurzaming van de industrie.

Verder wil ik nog het belang noemen van onze samenwerkingspartners, zonder wiens inzet vele innovaties nooit het levenslicht zouden zien. Ik schaar daar alle partijen onder die innovatie in het energiedomein een warm hart toedragen, die op welke manier dan ook een bijdrage leveren aan het versterken van het innovatie-ecosysteem en werken vanuit hun passie, gedrevenheid, ambitie en/of ideaal aan het energiesysteem van de toekomst: we hebben jullie allemaal nodig.

Ik wens de lezer van dit document veel nieuwe inzichten en ideeën toe voor samenwerking en ontwikkeling om deze kennis- en innovatieagenda werkelijkheid te maken in de komende KIC-periode.

Peter Molengraaf

Voorzitter Topsector Energie

---

<sup>1</sup> Initieel was de focus 13 missies, per medio 2022 is missie B verbreed naar missie B+ en zijn drie MMIP's toegevoegd. Dit wordt nader toegelicht in hoofdstuk 4

## 2. Inleiding

Om in 2050 en daarna een leefbare aarde te hebben, moeten we nu een grote inspanning leveren ten aanzien van het klimaat. We willen de nationale broeikasgasuitstoot in 2030 terugdringen met 55% ten opzichte van 1990. Het streven is zelfs 60%-reductie. Het uiteindelijke doel is dat Nederland in 2050 klimaatneutraal is. Dat betekent dat we onder meer gaan werken aan de verduurzaming van het elektriciteitssysteem en de gebouwde omgeving, waarin aardgas geen rol meer speelt en mensen gezond en veilig kunnen leven, aan een klimaatneutrale en concurrerende industrie, aan emissieloze mobiliteit, aan een volledig circulaire economie en aan een klimaatneutrale landbouw.

Innovatie is essentieel voor deze transitie. Om ver voor 2050 netto nul uitstoot in het energiesysteem te bereiken, zal bijna de helft van de emissiereducties afkomstig moeten zijn van technologieën die nu nog niet commercieel beschikbaar zijn. Daarbovenop komt dat deze technologieën veel sneller commercieel beschikbaar moeten komen in vergelijking met de ontwikkeltijd van reeds beschikbare technologieën, zoals zonne- en windenergie. Voorbeelden van belangrijke innovatiethema's zijn groene waterstofproductie en -toepassing, midden- en lange termijn energieopslag, kleine kerncentrales (SMR's), hernieuwbare biobrandstoffen voor lucht- en scheepvaart, elektrificatie van de industrie en technieken voor het circulair maken van de koolstofketen.

Deze ambitieuze uitdaging is niet alleen technologisch van aard. Sociale en maatschappelijke aspecten spelen een belangrijke rol en kunnen helpen om innovaties sneller en effectiever toe te passen. Zo kunnen arbeidsbesparende innovaties helpen om beter om te gaan met de arbeidskrapte, of kunnen nieuwe samenwerkingsvormen zoals lokale energiehub's het elektriciteitsnet ontlasten. Ook moeten de innovaties rekening houden andere transities en aangrenzende thema's, zoals systeemintegratie, circulariteit, veiligheid, digitalisering en ruimtelijke inpassing. Dit stelt hoge eisen aan de innovaties die ontwikkeld en opgeschaald moeten worden. Nederland heeft met haar innovatiekracht en sterke kennisinfrastructuur een unieke positie om deze innovaties te versnellen. Door essentiële (onderdelen van) ketens nationaal of Europees te organiseren kan Nederland tegenwicht bieden aan bijvoorbeeld de Amerikaanse Inflation Reduction Act en oneerlijke concurrentie uit China.

Sinds 2019 is het energie-innovatiebeleid van de Nederlandse overheid missiegedreven vormgegeven. Voor de energietransitie hebben we samen met kennisinstellingen en marktpartijen missies en meerjarige innovatieprogramma's (MMIP's) geformuleerd waar we een integrale aanpak bewerkstelligen. Het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE), in combinatie met het Programma Energiehoofdstructuur (PEH) wordt richtinggevend voor deze innovatieprogramma's.

De ketenontwikkelpaden en sectorale transitiepaden staan centraal in het NPE. Innovatie moet daar een integraal onderdeel van worden om de beoogde transitie tot wasdom te doen komen. De langetermijnvisie van de NPE biedt de kans om verder te kijken dan (kortetermijn-)CO<sub>2</sub>-reductiedoelstellingen en het invoegen van meer strategische innovatiedoelen in het NPE. Innovaties zijn nodig voor het bouwen van het pad naar 2050. Het is daarom van cruciaal belang dat het NPE en de innovatieagenda's corresponderende vaten zijn. Hoe het pad zich verhoudt tot de (beperkt beschikbare) ruimte is waar het Plan Energiehoofdstructuur aan zet komt.

### Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) en Plan Energiehoofdstructuur (PEH)

#### *NPE*

Het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) beschrijft hoe Nederland een energiesysteem ontwikkelt dat past bij een klimaatneutrale samenleving. In het NPE wordt een langetermijnvisie op het

energiesysteem in 2050 uitgewerkt inclusief de wegen we moeten gaan bewandelen om daar te komen. In het NPE komt duidelijk naar voren dat er nog een grote hoeveelheid innovaties nodig is om tot het eindbeeld in 2050 te komen. De innovatieopgaven zoals die hier voor u liggen sluiten goed aan op het NPE, en zullen in de toekomst bij volgende herijkingen van beide documenten samen gaan oplopen richting 2050. Zo ontstaat er een wisselwerking tussen de langetermijnvisie zoals gepresenteerd in het NPE en de meer korte-termijn innovatieagenda's die voortkomen uit het missie gedreven innovatiebeleid voor Klimaat en Energie. Hierdoor kunnen we goed inspelen op innovaties en maatschappelijke ontwikkelingen en (elkaar) bijsturen wanneer nodig.

Het NPE is tijdens dit schrijven in concept beschikbaar en bevindt zich in de consultatiefase.

## PEH

Het Programma Energiehoofdstructuur (PEH) laat zien welke nieuwe nationale energie -infrastructuur nodig is richting 2050 en waar deze slim geplaatst kan worden. Dit programma is van groot belang omdat het ruimtelijke aspect van nieuwe innovaties en (te maken) afspraken over ruimte met gemeenten, provincies, havenbedrijven en netbeheerders behelst. Ook geeft het PEH nationale kaders om zorgvuldig om te gaan met de ruimte en met respect voor de natuur, cultureel erfgoed, en leefbaarheid. Daarmee draagt het PEH bij aan de missie van een klimaatneutraal energiesysteem in 2050.

## Vragen vanuit ruimtelijke inpassing

Hieronder een inventarisatie van een aantal ruimtelijke energievraagstukken die er n.a.v. het PEH ontstaan:

### *Water*

Vanaf 2030 heeft Nederland de ambitie om elektrolyse sterk op te schalen. Elektrolyse heeft ook koelwater nodig. Vanaf 2030 zal er een tekort aan zoet water in NL zijn. Welke innovatieve oplossingen zijn hiervoor?

### *Ruimtebeslag*

Piekc centrales, batterijen en elektrolyzers kosten veel ruimte. Het PEH wijst nu ruimte aan waar installaties kunnen worden geplaatst dat kan. Dit is niet altijd de meest economische uitrolstrategie. Innovatievragen die hier spelen betreffen de vraag hoe conversie- en opslaginstallaties zou efficiënt mogelijk ruimtelijk kunnen worden ingepast. Ook is innovatie gewenst om het ruimtebeslag van deze installaties verder te verkleinen. Tot slot kan innovatie zich richten op meervoudig ruimtegebruik:

- Hoe kunnen we ruimte besparen door (veilige) functiecombinaties van energie-infrastructuur? Sommige meervoudige combinaties zijn al vanzelfsprekend (buizen en hoogspanningskabels bij grasland), maar is er meer mogelijk?
- Hoe komen we tot (het verplichten van) efficiënte plaatsing en beheer van buisleidingen?

### *Waterstofopslag*

Naast batterijen zal groene energie ook steeds vaker (moeten) worden geconverteerd naar waterstof voor toekomstig gebruik. Deze waterstof dient veilig en kostenefficiënt te worden opgeslagen. Innovatie is nodig ten aanzien van:

- Nadere verkenning waterstofopslag in zoutcavernes (nu al in pilotfase)
- Waterstofopslag in gasvelden offshore
- Waterstofopslag in gasvelden onshore
- Optimalisatie ruimte en rentabiliteit, dataverzameling

## Kennis en Innovatie Convenant (KIC) 2024-2027

In de periode dat deze IKIA en het nieuwe KIC tot stand kwam was het kabinet Rutte IV demissionair. Echter, de herijkte MMIP's zijn al eerder in 2023 geformaliseerd in een kamerbrief, evenals de herijkte missieteksten. Wanneer het NPE officieel wordt bekrachtigd als beleid is tijdens dit schrijven nog onzeker, maar de conceptversie biedt voorlopig voldoende houvast en krijgt verder vorm door de dialoogsessies die in het najaar van 2023 zijn gehouden. De verwachting is dat het NPE en het innovatiebeleid nauw met elkaar zullen optrekken waardoor er een uitwisseling ontstaat; de innovatieopgaven uit het NPE vinden hun weg in de MMIP's, terwijl nieuwe inzichten vanuit de innovatiehoek ook het NPE zullen beïnvloeden.

Vooruitkijkend zien we dat een versnelling noodzakelijk is. Dit vergt aanpassingen in de innovatie-inzet. In de komende periode komt de focus dan ook sterker te liggen op procesversnelling: arbeidsbesparende innovaties, stroomlijning van installatieketens en ontsluiting van flexibiliteit. Daarbij is een nieuwe blik nodig op de beschikbare innovatiemiddelen. Het is noodzakelijk om naast directe CO<sub>2</sub>-reducerende maatregelen ook deze randvoorwaarden te realiseren samen met de markt.

Deze versnelling vraagt een structurele verankering van innovatie in de grote fondsen die beschikbaar komen voor de transitie. Innovatie zorgt bijvoorbeeld voor tijdige beschikbaarheid van oplossingen die voor opschaling in aanmerking komen. In diezelfde lijn blijft het noodzakelijk om innovatie structureel te borgen in het Klimaatbeleid, zodat verduurzamingsmaatregelen ook op lange termijn kostenefficiënt en geaccepteerd zijn. De structuur rond het Klimaatakkoord zorgde voor koppeling van innovatie en uitrol: gerichte innovatie die implementatie van maatregelen mogelijk maakte. Deze succesvolle koppeling uit het Klimaatakkoord willen we graag vasthouden.

Voor een uitgebreide en gedetailleerde vooruitblik van de innovatieopgaven in deze IKIA verwijzen wij u graag naar hoofdstuk 4, Herijking missies en MMIP's.

### 3. Terugblik 2019-2023

In 2019 sloten bedrijven, maatschappelijke organisaties en overheden het Klimaatakkoord. In dit akkoord werden afspraken gemaakt over te nemen klimaatmaatregelen in vijf sectoren (de zogenaamde klimaattafels): elektriciteit, gebouwde omgeving, industrie, landbouw & landgebruik en mobiliteit. Het toenmalig coördinerend overlegorgaan, de Klimaatraad, stelde daarnaast een Taakgroep Innovatie in om tot een integrale (door alle sectoren heen en over de hele innovatieketen heen) kennis- en innovatieagenda (IKIA) te komen. Het doel van deze agenda was om de kennis en innovatie te articuleren die nodig is om het Klimaatakkoord te realiseren. De Taakgroep Innovatie vertaalde de vijf sectortafels van het Klimaatakkoord in vijf missies voor 2050 en bijbehorende tussendoelen voor 2030. Voor elke missie werden twee of drie gedetailleerdere meerjarige missiegedreven innovatieprogramma's (de MMIP's) geformuleerd; daarnaast werd 'Systeemintegratie' als doorsnijdend programma en 13e MMIP toegevoegd. De [resulterende IKIA](#) werd in 2019 gepubliceerd. Vervolgens is ook waterstof als doorsnijdend thema toegevoegd, met raakvlakken met alle missies en MMIP's.

Het missiegedreven innovatiebeleid levert een bijdrage aan de verschillende beleidsdoelstellingen. Met het missiegedreven innovatiebeleid bundelen we de inzet van overheden, bedrijfsleven, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties. Door concrete missies te formuleren, werken we gezamenlijk toe naar de oplossingen voor deze uitdagingen en creëren we economische en maatschappelijke impact. Dit doen we met een internationale blik: we versterken nationale onderzoek- en innovatie-ecosystemen door publiek-private samenwerking te stimuleren, en we zorgen hierbij voor goede aansluiting op Europese programma's zoals Horizon Europe.

In de afgelopen periode (2020-2023) hebben we positieve ervaringen opgedaan met deze aanpak. We hebben geleerd dat het werken met missies veel energie losmaakt en dat partijen elkaar kunnen vinden op de gezamenlijke doelstellingen. Hieronder volgt een korte bloemlezing van aansprekende projecten gerealiseerd in de periode 2019 – 2023, gerubriceerd naar missie en MMIP. De gekozen voorbeelden schetsen een beeld van de diversiteit, reikwijdte, impact, de betrokken partijen, de successen en de uitdagingen per missie en MMIP.

#### Missie A - Elektriciteit

Missie Elektriciteit richtte zich op een volledig CO<sub>2</sub>-vrij elektriciteitssysteem in 2050, via twee MMIP's:

##### MMIP 1 – Hernieuwbare elektriciteit op zee

Doel MMIP<sub>1</sub>: het realiseren van hernieuwbare elektriciteit op zee via kostenreductie, optimalisatie en integratie in het energiesysteem en in de omgeving.

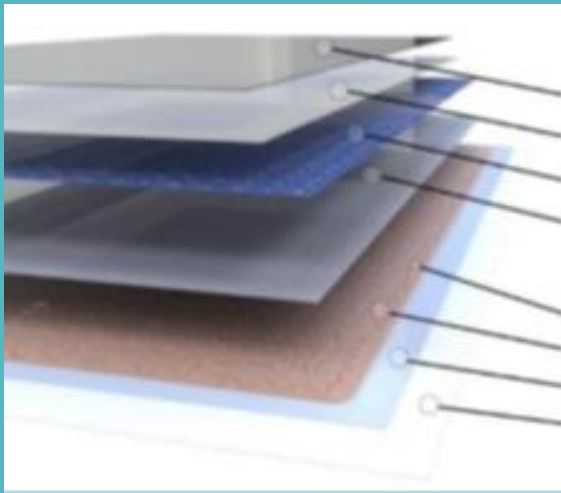
#### *Unmanned Surface Vessel solutions for sub-sea inspection and maintenance of offshore wind assets*

- **Probleem:** het groeiende aantal windturbines maakt het noodzakelijk betere manieren te ontwikkelen voor inspectie en onderhoud van onderzeese structuren in windparken. Bij dit project is onderzocht op welke wijze gebruik kan worden gemaakt van onbemande vaartuigen die op afstand aan te sturen inspectie en onderhoudstaken kunnen uitvoeren.
- **Consortium:** Fugro , Sea Kit

- **Aanpak:** in de eerste fase werden USV's (Unmanned Surface Vessels) en ROV's Remotely Operated Vehicles ) ontwikkeld en getest. In de tweede fase werden deze gedemonstreerd in een realistische operationele omgeving. Daarbij vond regelmatig afstemming met (toekomstige) klanten plaats.
- **Resultaat/Impact:** het project heeft geleid tot geslaagde demonstratie van USV ROV en tot certificering door Lloyd's van USV concept. Toepassing leidt tot grotere bedrijfszekerheid, kostenbesparingen en verminderde personeelsinzet en vaarbewegingen op zee. 'Near real time' rapportage van gebeurtenissen leidt tot beter en sneller ingrijpen bij incidenten.

## MMIP 2 – Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving

Doel MMIP2: het realiseren en versnellen van innovaties voor de productie van wind en zonne-energie op land en in de gebouwde omgeving (inclusief grootschalige opslag en conversie naar andere energiedragers op land).



### PV And Recycling for leadfree Solar panels (PARSEC)

- **Probleem:** de huidige generatie zonnepanelen is niet circulair ontworpen en kan daarom niet hoogwaardig gerecycled worden
- **Consortium:** TNO, Exasun, EnduransSolar, Mat tech
- **Aanpak:** Ontwikkeling van lood-vrije en beter recyclebare zonnepanelen met release encapsulant op commercieel formaat.
- **Resultaat/Impact:** Eerste demonstratie van zonnepanelen op commercieel formaat waarvan het ontwerp past in een circulaire economie. Twee industriële partners gaan dit productieproces verder ontwikkelen

## Terugblik 2022

- > **De kostendaling van hernieuwbare elektriciteit is een succesverhaal.** Deze wordt grotendeels gedreven door mondiale ontwikkelingen, maar ook Nederlands onderzoek heeft daar een bijdrage aan geleverd. De Nederlandse wind op zee aanpak, waarbij de overheid zo veel mogelijk risico's wegneemt, is een succesverhaal. Hierin is inmiddels ook structureel aandacht voor innovatieprikkels bij de aanleg van windparken op zee. Ook voor zonne-energie zet de prijsdaling wereldwijd door. Toonaangevend onderzoek in Nederland heeft ook daar een bijdrage aan geleverd. **Voor zowel zon als wind geldt overigens dat verdere kostenreductie van groot belang blijft.** Dit geldt des te meer om de toepassing van zonne-energie op maatschappelijk wenselijke locaties te faciliteren zoals zon op dak, in gevels en in de infrastructuur.
- > Ook voor **ieder van de andere deelprogramma's zijn tal van activiteiten in gang gezet.** Dit heeft, uiteraard, nog niet in alle gevallen al tot resultaten geleid. Inpassing in het energiesysteem en in de omgeving blijven onderwerpen waar nog grote stappen gezet moeten worden om de energietransitie mogelijk en acceptabel te maken. De beoogde versnelling van de uitrol van wind op zee maakt het noodzakelijk ook op deze terreinen te versnellen. Ook de deelprogramma's over maatschappelijk enthousiasme en integrale duurzaamheid leveren een belangrijke bijdrage aan de acceptatie van de energietransitie.



Voorzorg op land en in de gebouwde omgeving lopen er nu een groot aantal projecten die zich richten op de ruimtelijke inpassing.

- > Kortom: Op het gebied van kostenbesparing zijn al grote stappen gezet. Voor de andere deelprogramma's zijn veel activiteiten in gang gezet, maar **over de gehele linie is versnelling noodzakelijk**. De relevantie van alle deelprogramma's is onverminderd groot.

## Missie B - Gebouwde Omgeving

Missie B richt zich op een CO<sub>2</sub>-vrije gebouwde omgeving in 2050; de missie specificeert drie onderliggende MMIP's.

### MMIP 3 – Versnelling energierenovaties in de gebouwde omgeving

Doel MMIP<sub>3</sub>: realiseren versnelling energierenovaties in de gebouwde omgeving.

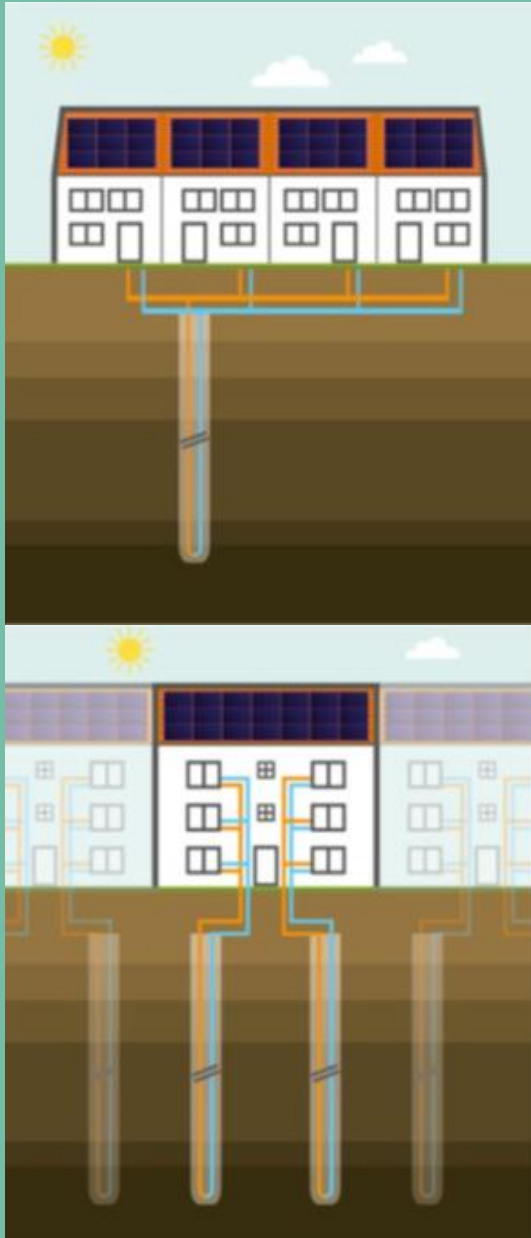
#### Next Generation Renovatiepaneelsystemen

- **Probleem:** de in de markt beschikbare paneelsystemen zijn momenteel beperkt in functionaliteit en toepassing en dienen steeds uitgebreid geëngineerd te worden. Het huidige proces is arbeidsintensief en resulteert in te hoge kosten. Elementen zoals ventilatie, warmte-terugwinning en fixatie geschieden nu nog handmatig, met grotere kans op fouten. Dit staat kostenefficiënte realisatie van de klimaatdoelen voor de gebouwde omgeving in de weg.
- **Consortium:** Brink Climate Systems B.V., Buro De Haan B.V., Rc Panels B.V., Stichting Vestia, Van Wijnen Stolkwijk B.V.
- **Aanpak:** ontwikkeling van een zogenaamd 'Next Generation Renovatiepaneelsysteem', dat op grote schaal en tegen lage kostprijs kan worden geproduceerd.
- **Resultaat/impact:** Locatie voor de productie van 3.000 woningelementen per jaar, gekenmerkt door:
  - Verlijming aan bestaande gevel
  - Geïntegreerde ventilatiekanalen en warmteterugwinningsinstallatie
  - Geïntegreerde warmtepomp



### MMIP 4 – Duurzame warmte en koud in de gebouwde omgeving (incl. glastuinbouw)

Doel MMIP<sub>4</sub>: realiseren duurzame warmte en koude in de gebouwde omgeving (incl. Glastuinbouw)



### Warmtepompnetwerk met geoptimaliseerde bodemenergiesysteem voor collectief gebruik (WGoBES)

- **Probleem:** De schaal van grote warmtenetten sluit vaak niet goed aan bij de ontwikkeling van de warmtevraag en wensen van bewoners. Woningbouwcorporaties hebben behoefte aan een modulaire systeemoplossing voor het verduurzamen van veelvoorkomende woningtypen zoals rijtjeshuizen of portiekflats. Gesloten bodemenergiesystemen (Verticale Bodem Warmte Wisselaar- VBWW) kunnen een oplossing bieden, maar er zijn veilige en detecteerbare afdichtingsmaterialen nodig om het (zoete) grondwater te beschermen.
- **Consortium:** De Bentonietfabriek B.V., EBN B.V., Encor B.V., Itho Daalderop Nederland B.V., Stichting Actium, TNO, TuGeo B.V.
- **Aanpak:** Het voorstel omvat de uitwerking, optimalisatie en validatie van een LT-warmtepompnet voor 4 – 12 woningen gevoed door een diep bodemenergiesysteem (400–800 meter).
- **Eindresultaat:**
  - Veilige afdichtingsmaterialen voor optimale bescherming van het grondwater,
  - Vergroot vermogen van bodemenergiesystemen met een factor 10 en
  - Slimme regeltechniek voor de aansturing van het WPN net.
  - O Blauwdruk voor een woonwijk voor woningbouwvereniging Actium die kan worden uitgerold.

### MMIP 5 - Het energiesysteem binnen de gebouwde omgeving in evenwicht

Doel MMIP5: het realiseren van een evenwichtig energiesysteem binnen de gebouwde omgeving

## *Inside out*

- **Probleem:** het is een grote uitdaging om gestapelde bestaande woningen energieleverend te krijgen. Jaren '60-'70 hoogbouwflats vormen de grootste uitdaging terwijl deze grote kansen bieden voor seriematige aanpak. Aanvullende uitdagingen zijn reductie van gridstress bij grootschalige decentrale energieopwek en de behoefte aan huurwoningen met beheersbare woon- en mobiliteitslasten en gezonde leefomstandigheden.
- **Consortium:** onder meer Bos Installatiewerken, Utrecht Sustainable Institute, Hogeschool Utrecht, Universiteit Utrecht & Bo-Ex.
- **Aanpak:** Dit project realiseert een doorbraak in seriematige renovatie van hoogbouwflats tot energieleverende complexen. Het plug&play Inside Out renovatiesysteem integreert installatiecomponenten tot drie multifunctionele bouwdelen met oog op duurzame energieopwek (zonne- en windenergie leverende dakdelen), netflexibiliteit en V2G-deelauto's.
- **Eindresultaat:**
  - Proof-of-principle van Inside Out op energie, constructie, bouwfysica en esthetische aspecten.
  - Proof-of-principle van het bijbehorende financieringsmodel, businessmodel en bewonersparticipatiemethodiek.
  - Plan van aanpak voor de vervolgstap: 'prototyping' van een bewoonde 10-hoog testflat



## Terugblik 2022

- > Er is een omvangrijke stroom aan **goede innovatieprojecten en activiteiten**, onder andere door verschillende maatschappelijke ontwikkelingen het afgelopen jaar. Echter moet er worden gewaakt dat niet alleen innovaties ontwikkeld worden die huidige problemen oplossen, maar ook dat **innovaties met een lange-termijnfocus een kans krijgen**.
- > De rol van **digitale oplossingen** groeit, maar de risico's daarvan en de implementatie behoeven meer aandacht en inspanning
- > **Opscaling van oplossingen komt nog onvoldoende van de grond**, waarbij wet- en regelgeving, ketensamenwerking en een onvoldoende gedeelde visie de grootste remmende factoren zijn.
- > **Innovatieprojecten zijn steeds integraler** (met aandacht voor MVI, HCA, en circulariteit).
- > Er wordt **hard gewerkt aan nieuwe (en het aanpassen van bestaande) regelingen** om de witte vlekken binnen het innovatiebeleid op te vangen, maar de **resultaten daarvan zullen pas binnen enkele jaren** zichtbaar worden.
- > De voor versnelling noodzakelijke crossovers tussen (top)sectoren en de gebouwde omgeving komen te langzaam van de grond door institutionele kaders financiering innovatie-ecosysteem.

- › Samengevat: Er is veel bereidheid tot investeringen in innovatieontwikkeling en innovatietoepassing, er worden goede stappen gezet, maar voor opschaling en versnelling moeten belemmeringen en knelpunten sneller worden weggenomen.

## Missie C - Industrie

Missie C richt zich op een klimaatneutrale en circulaire industrie in 2050. Binnen deze missies zijn er 3 MMIP's.

### MMIP 6 – Sluiting van industriële kringlopen

Doel MMIP6: sluiten van de industriële kringlopen



### Continuous Mechanochemical Decrosslinking

- **Probleem:** Om post-consumer rubber te verwerken worden typisch twee methoden gehanteerd: granuleren (het fijnmalen van rubber en mengen met bindmiddelen) of pyrolyseren (verbranding zonder zuurstof). Nadeel van beide methoden is dat het eindproduct slechts laagwaardig kan worden gebruikt.
- **Consortium:** ReRun Rubber Projects, Amsterdam.
- **Aanpak:** ReRun wil technologie ontwikkeld voor verwerking van post-industrial rubber toepassen op post-consumer rubber. Hiervoor wil ReRun een installatie op commerciële schaal demonstreren die post-consumer materiaal kan decrosslinken. Hiermee kan een verscheidenheid aan hoogwaardige rubberen compounds worden geproduceerd om producten voor zowel consumenten als industrie te vervaardigen, die na gebruik nogmaals kunnen worden gerecycled.
- **Eindresultaat:** realisatie van een verwerkingsinstallatie op commerciële schaal voor post-consumer rubber in Amsterdam.

### MMIP 7 – CO<sub>2</sub>-vrij industrieel warmtesysteem

Doel MMIP7: realiseren van een CO<sub>2</sub>-vrij industrieel warmtesysteem.

### Gulpener – brouwen zonder stoomketel

- **Probleem:** Brouwen is een energie intensief proces. In het brouwhuis wordt water en mout eerst verwarmd, gekookt en dan gekoeld. Voor een brouwer met kleine batch processen lijkt de stoomketel onontkoombaar. Door eigen onderzoek en nauwe samenwerking met partners heeft Gulpener de ambitie uitgesproken om in 2030 gasloos te brouwen.
- **Consortium:** B.V. Gulpener Bierbrouwerij.



- **Aanpak:** het project is gericht op het vervangen van koken met stoom door procesinnovatie (Meura) en de (butaan) STEAMPump.
- **Eindresultaat:**
  - Door combinatie van twee innovaties, het proces van Meura en de STEAMPump van Servex, kan er gebrouwen worden zonder gebruik te maken van aardgas.
  - Na het project resteert een beperkte aardgasvraag voor gebouwverwarming en reinigingswater.
  - Tevens is de trend gezet naar brouwen met minder mout en meer directe granen. Dit bespaart 25% op de energie-inhoud van grondstoffen.
  - Voor Servex opent het project een nieuwe markt als de vervanger van stoomketels.

## MMIP 8 – Elektrificatie en radicaal vernieuwde processen

Doel MMIP8: Het elektrificeren en/of radicaal vernieuwen van industriële processen met oog op klimaatneutraliteit.



### Elektrificatie smeltovens Rockwool B.V.

- **Probleem:** Tijdens de productie van steenwolproducten wordt met name door de gasgestookte smeltovens van Rockwool B.V. veel CO<sub>2</sub> en warmte uitgestoten.
- **Consortium:** ROCKWOOL B.V.
- **Aanpak:** Het project is gericht op het elektrificeren van de smeltovens van ROCKWOOL door gebruik te maken van nieuwe, innovatieve technologieën. De elektrificatie zal zorgen voor een significante CO<sub>2</sub>-emissie reductie in de productie van steenwolproducten. Eerste stap is een milieustudie om het ontwerp uit te werken en te bepalen hoe dit proces technologisch en economisch haalbaar en rendabel uit te voeren is. Hierbij wordt gekeken naar de beschikbare technieken en apparatuur voor de elektrificatie van smeltovens en de vermindering van de CO<sub>2</sub> uitstoot die ermee bereikt kan worden.
- **Eindresultaat:** succesvol afgeronde milieustudie als basis voor finale positieve investeringsbeslissing en demonstratieproject voor electrificatie van de smeltovens van ROCKWOOL B.V. .

## Terugblik 2022

- > In 2022 is het volume van de **innovatie-activiteiten van de industrie op vergelijkbaar niveau** gebleven als in 2021. De **industrie zelf heeft nog steeds een pro-actieve rol** in innovaties voor CO<sub>2</sub>-emissiereductie. Dit is o.a. zichtbaar in trajecten voor het Nationaal Groeifonds.
- > Er is een **verschuiving zichtbaar naar MMIP 6** (circulaire plastics en CCU) **ten koste van MMIP 8**. De **waterstofactiviteiten** zullen naar verwachting in 2023 een sterke toename laten



zien, door de start van GroenvermogenNL. De verschuiving in activiteiten voor **MMIP 7 (warmte) naar piloting, demonstratie en implementatie** zet door.

- > In het Nationaal Groeifonds (NGF) zijn in 2022 voorstellen op **CCU, biograndstoffen en energiematerialen** ingediend.
- > Er is ook in 2022 een **groeïende behoefte bij consortia aan innoveren op keten- en systeemvragen**.
- > Vanuit de industrie groeit de **behoefte aan innovatie en richtinggevende beleidskaders op ketenemissies** (scope 3).
- > Over de hele linie gaan de **meeste onderwerpen gestaag vooruit** t.o.v. 2021. Met name MMIP 6 maakt een sterke positieve ontwikkeling door. De ontwikkelingen op het gebied van CCU (MMIP 6) en elektrificatie (MMIP 8) vragen om intensivering.

## Missie D+ - Mobiliteit

Missie D+ richt zich op een toekomstbestendig en duurzaam mobiliteitssysteem en bestond uit twee MMIP's.

### MMIP 9 - Innovatieve aandrijving en gebruik van duurzame energiedragers voor mobiliteit

Doel MMIP9: het realiseren van zero-emissie aandrijving en gebruik van duurzame energiedragers voor mobiliteit (incl. de infrastructuur voor het laden of vullen). Hierbij zet het programma naast elektrische aandrijving ook in op het verduurzamen van de mobiliteit waar nog geen elektrische mogelijkheden zijn, door de inzet van hernieuwbare brandstoffen met een lage CO<sub>2</sub>-intensiteit en energie-efficiënte vervoermiddelen.

#### H<sub>2</sub> Barge 1

- o **Probleem:** Binnenvaartschepen varen in regel op diesel en stoten daarmee veel CO<sub>2</sub> uit.
- o **Consortium:** Future Proof Shipping, Air Liquide, BCTN Network of Inland Terminals, Holland Shipyards Group, Koedood Marine Group, Kooiman Marine Group, Nedstack Fuel Cell Technology, Rabobank, and Nike.
- o **Aanpak:** Het project is gericht op realisatie van een volledig uitstootvrij binnenvaartschip varende op waterstof. De in 1997 gebouwde H<sub>2</sub> Barge 1 (110m x 11,45m) is in augustus 2022 ge"retrofit" bij Holland Shipyards Group in Hardinxveld-Giessendam. Resultaat is een binnenvaartschip zonder diesel aan boord. Het schip maakt gebruik van drie brandstofcel-units, goed voor 875 kW vermogen, met daar bovenop twee tankcontainers met bijna 1.000 kilo waterstof aan boord. De containers worden na elke omloop gewisseld in Meerhout. Een elektromotor van 800 kW zorgt voor de aandrijving.
- o **Eindresultaat:**
  - De H<sub>2</sub> Barge 1 zal naar verwachting de uitstoot van broeikasgassen met 2000 ton CO<sub>2</sub>e per jaar zal verminderen
  - H<sub>2</sub> Barge 1 zal meerdere keren per week tussen Rotterdam en BCTN's inlandterminal in Meerhout varen



### MMIP 10 - Doelmatige vervoersbewegingen voor mensen en goederen

Doel MMIP10: het realiseren van CO<sub>2</sub>-arme, doelmatige vervoersbewegingen voor mensen en goederen



## NRG2Fly

- **Eindresultaat:** elektrisch vliegen als volwaardig alternatief voor fossiel vliegen en als nieuwe mobiliteitsoptie voor afstanden tussen 200-500 km.
- **Probleem:** Vliegtuigen op kerosine stoten veel CO<sub>2</sub> uit. Elektrisch vliegen kan een oplossing bieden voor afstanden van 200-500 km, maar er ontbreekt een internationaal innovatie ecosysteem met bijbehorende laainfrastructuur.
- **Consortium:** NRG2Fly (start-up).
- **Aanpak:** In dit project wordt de komende jaren een betrouwbare, interoperabele laainfrastructuur gerealiseerd zodat duurzame energievoorziening op de regionale luchthavens in Europa beschikbaar is. Op deze manier wordt elektrisch vliegen in meer dan 2000 plaatsen in Europa haalbaar en toegankelijk. In 2022 is gestart met twee pilots en adviestrajecten op vijf luchthavens en de start van een nieuw netwerk van elektrische regionale luchtvaart. In 2023 volgt opschaling naar vijf pilots, partnerschappen met OEMs, fabrikanten van laainfrastructuur, leveranciers van zonnepanelen en batterijen. Vanaf 2024 wordt nog verder opgeschaald richting in steeds groter Europees netwerk van producten en diensten.

## Terugblik 2022

- > **Mobiliteit wordt steeds beter meegenomen** in het Nationaal Plan Energiesysteem en gelieerde plannen. Daarbij is mobiliteit een energievrager, maar kan ook onderdeel zijn van de oplossing. De kansen die mobiliteit geeft in opslaan en transport van elektriciteit wordt ook integraal meegenomen in het denken over het energiesysteem en energiehubs. Batterijontwikkeling in NL heeft veel hogere prioriteit gekregen, mede vanuit elektrisch rijden.
- > Het anders kijken en denken over mobiliteit is gestart, oa in de mobiliteitsvisie. **De komende jaren moet worden ingezet op het concreet maken van brede welvaart & mobiliteit.** Daarbij het **ontwikkelen van de juiste kennis en modellen.**
- > Om echt missiegedreven te innoveren moeten we **over institutionele grenzen heen kijken** en integraal innoveren, zowel in de keten, als crossovers tussen sectoren, als vanuit verschillende waarden perspectieven (klimaat, gezondheid, energie, veiligheid enz).
- > Het is nu zaak om de positie om te zetten in innovaties, oa in een gezamenlijke ontwikkeling van een regeling op energie, mobiliteit, ruimte & digitalisering.

## Missie E - Landbouw

Missie E richt zich op een netto klimaatneutraal systeem van landbouw en natuur in 2050.

## MMIP 11 – Klimaatneutrale productie food en non-food

Doel MMIP11: realiseren van een klimaatneutrale productie van food en non-food.

## CARE-Coffee

- **Probleem:** Nederland heeft de ambitie om in 2050 volledig circulair te zijn. Dit vereist dat we op een andere manier met onze grondstoffen omgaan en zorgvuldig onze materialen kiezen in nieuwe producten. CARE-Coffee draagt bij aan deze transitie door circulaire verwerking van koffiedik aan te bieden op industriële schaal.
- **Consortium:** Caffelnk, Spaak Circular Solutions B.V.
- **Aanpak:** Het doel van het project is een bioraffinaderij te ontwikkelen voor het verwerken van koffiedik en het terugwinnen van koffiepigmenten en koffie-olie teruggewonnen en wordt het residu toegepast als productmateriaal. Startpunt is het testen van dit proces op pilotschaal om aan te tonen dat er uit de afvalstroom "koffiedik" grondstoffen kunnen worden teruggewonnen voor verwerking in nieuwe producten (koffiepigmenten, koffie-olie en producten gemaakt van het residu). Hiermee wordt de stroom koffiedik volledig omgezet tot hoogwaardige halffabricaten. Met het CARE-Coffee proces wordt er 734 kgCO<sub>2</sub>/ton verwerkt koffiedik bespaard.
- **Eindresultaat:** Aantonen van succesvolle verwerking van koffiedik in eindproducten op TRL5 (labschaal). Daarna bouwen van een prototype systeem in een operationele omgeving op TRL7 met als doel:
  - De kwaliteit en de toepasbaarheid van de halffabricaten zijn vergelijkbaar of beter dan wat er op dit moment beschikbaar is in de markt
  - De pilot testlijn is robuust en levert halffabricaten met een reproduceerbare kwaliteit
  - De reststroom is geschikt voor derden om te worden verwerkt in nieuwe producten
  - Er is een goede business case voor een grootschalige bioraffinaderij inclusief blueprint

## MMIP 12 - Land en water optimaal ingericht op CO<sub>2</sub> vastleggen en gebruik

Doel MMIP12: realiseren van een optimale inrichting van land en water ten behoeve van de vastlegging en het gebruik van CO<sub>2</sub>.

## Algae Parc Biorefinery

- **Probleem:** Aquatische biomassa is een interessante nieuwe grondstof voor bioraffinage en vormt een belangrijke aanvulling op het bestaande biomassa aanbod. In tegenstelling tot grondgebonden biomassa is echter veel nog onbekend van aquatische biomassa. Er zijn op dit moment weinig concepten voor de extractie en raffinage van lipiden, eiwitten en koolhydraten uit algen voor een efficiënte productie voor de brandstof-, chemie- en voedselindustrie. Voor de ontwikkeling van dit soort concepten in de vorm van nieuwe technologieën en duurzame en competitieve processen moeten zowel teelt en bioraffinage processen op een duurzame manier worden ontwikkeld en geïntegreerd.
- **Consortium:** Stichting Wageningen Research, Bodec, Drie Wilgen Development B.V., Dyadic Nederland B.V., Evodos B.V., Pall Netherlands, Universiteit Twente
- **Aanpak:** Dit project ontwikkelt nieuwe concepten voor de extractie en raffinage van algen. Uitgangspunt hierbij is dat algen een breed scala aan deze waardevolle componenten (oliën, vetzuren, eiwitten en suikers) bevatten en daarmee uitermate geschikt zijn voor bioraffinage. In het project worden drie onderzoekslijnen gevolgd om bioraffinage voor microalgen te ontwikkelen: 1. Technologische ontwikkeling; 2. Systeemanalyse, prestatie van bioraffinage, duurzaamheid en flexibiliteit; 3. Ontwikkeling van noodzakelijke hulpmiddelen en basiskennis.
- **Eindresultaat:**
  - Goedkope, energiezuinige technieken in het laboratorium die gebruikt kunnen worden in een pilot installatie/fabriek;
  - Inzicht in hoe bioraffinage van algen moet worden georganiseerd, waarbij economische prestatie en duurzaamheid een belangrijke rol speelt;
  - O Kennis over hoe de bioraffinage van microalgen gekoppeld kan worden aan de stam, de teeltomstandigheden en het celstadium van de algen.



## Terugblik 2022

- > Op veel subsectoren in de landbouw zijn nog geen maatregelen beschikbaar om de broeikasgasemissie te verminderen. De innovatiedoelen zijn het ontwikkelen van maatregelen om de doelen te kunnen realiseren.
- > Uit de KEV blijkt dat de realisatie van de klimaatdoelen achter blijft lopen. Deels wordt dit veroorzaakt doordat de te nemen maatregelen nog ontwikkeld moeten worden en dit voor PBL nog niet concreet genoeg is om in de KEV mee te nemen.
- > Belangrijke belemmering voor het halen van de innovatiedoelen is de het ontbreken van focus op het praktijkrijp maken en introduceren van maatregelen in de praktijk.
- > Daarnaast speelt mee dat klimaat niet het enige probleem is in de landbouw. Er is nu gekozen voor een gebiedsgerichte integrale aanpak. Er wordt nu gewacht op de uitrol daarvan.

## MMIP 13 - Systeemintegratie

Missie 13 richt zich op een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem en bestaat uit een MMIP.

### MMIP 13 - Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem

Doel MMIP13: Het realiseren van een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem, door..

- (het) samen fact-based beslissen en vormgeven, inclusief verdienmodellen
- Ruimtelijke inpassing
- Inrichting infrastructuur, flexibiliteit, marktmechanismen en digitalisering
- Power-to-molecules
- Grootschalige energieopslag, energie-transport en hybridisering energievraag

Dit MMIP ontwikkelt kennis en innovaties voor het goed onderbouwd nemen van besluiten over inrichting, beheer, governance en transitie naar een robuust en maatschappelijk gedragen duurzaam energiesysteem op verschillende schaalniveaus

### Multi-model infrastructuur voor integrale besluitvorming in de energietransitie

- o **Probleem:** Een lange termijnplanning van de energietransitie is alleen mogelijk wanneer betrokkenen gezamenlijk tot een integraal begrip van het systeem komen. Hierbij spelen transparante data, scenario-ruimtes, technische modellen, inzicht in belangen en organisatorische randvoorwaarden een essentiële rol.
- o **Consortium:** TU Delft, Hanzehogeschool, TNO, Universiteit Leiden, Alliander, DNVGL, Gasunie, Kalavasta, Quintel, Quo Mare, Stedin.
- o **Aanpak:** Het doel van dit project is om de eerste stappen te nemen richting een nationale multi-model infrastructuur die integrale besluitvorming omtrent de energietransitie faciliteert. Doel van deze infrastructuur is het



- o **Eindresultaat:**
  - Een nationale multi-model infrastructuur als consistente, transparante en verifieerbare basis voor besluitvorming over de energietransitie.
  - O Een raamwerk om verschillende communities of practice (modellere, energie-experts en

vergemakkelijken, versnellen en verdiepen van de gemeentelijke Transitie Visies Warmte (TVW), Regionale Energie Strategieën (RES) en de Integrale Infrastructuur Verkenning 2030-2050 (II3050). Er worden systematische en transparante netwerken van interacterende modellen en simulaties gecreëerd, die verschillende systeemniveaus (individueel, gemeentelijk, regionaal en (inter)nationaal), aspecten (technisch, economisch, gedrag, ruimtelijk enz.), en onderlinge interacties van de energietransitie beschrijven.

besluitvormers) bij elkaar te brengen en middels gestructureerde sociale processen van elkaar te leren om de energietransitie effectiever te managen.

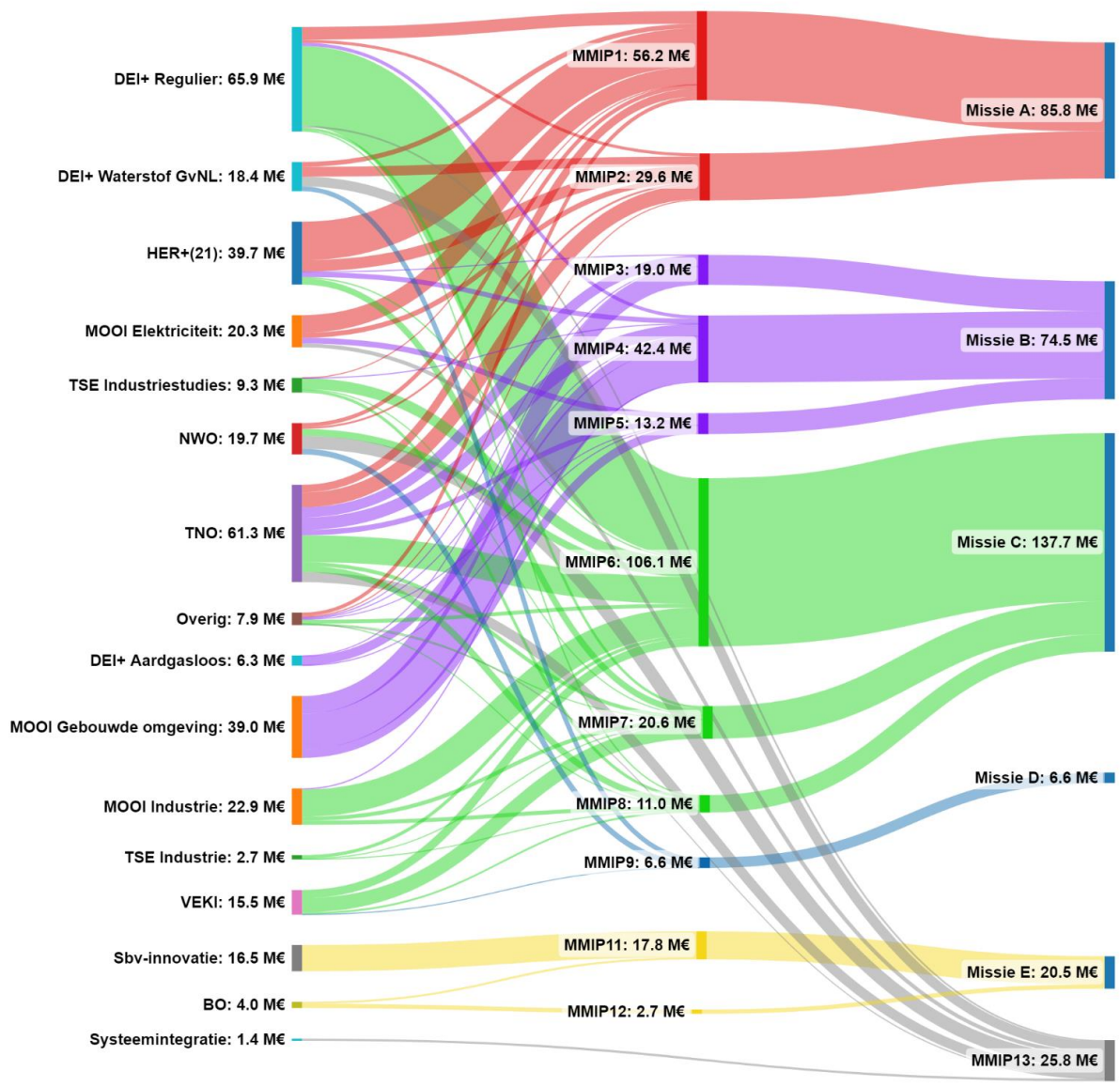
## Terugblik 2022

- > MMIP 13 is een programma dat bij de start van het missiegedreven werken van de grond af is opgebouwd. T.o.v. 2021 zijn **in 2022 een aantal belangrijke opdrachten en regelingen in de markt gezet die de komende jaren worden uitgevoerd**. Concrete uitkomsten die bijdragen aan het doelbereik in 2030 worden pas na 2023/2024 gerealiseerd.
- > Het beeld dat uit de monitor opkomt kan daarmee het beste in deze context worden gezien: **de eerste stap is het uitzetten van opdrachten en regelingen; pas wanneer resultaten beschikbaar komen zullen de effecten op doelbereik 2030 zichtbaar worden**.
- > Ten aanzien van **deelprogramma 1 zijn naar verhouding veel activiteiten in gang gezet en ook al resultaten geboekt**, bijvoorbeeld ten aanzien van het uniformeren van een data en informatie voor vergelijkbaarheid van systeemstudies. Daarnaast is in de verslagperiode gewerkt aan het verder koppelen van energietransitie modellen en de opzet van een wetenschappelijk programma samen met NWO.
- > Op de **overige deelprogramma's zijn eveneens activiteiten uitgezet, hoewel met minder intensiteit dan deelprogramma 1**. Dit ligt met name aan het beperkt beschikbare budget in de verslagperiode en het advies van het MI team om deze middelen te focuseren op het thema met de hoogste prioriteit, zijnde deelprogramma 1.
- > In het programma 2022 zijn meerdere thema 's opgepakt, met name omdat het budget is verruimd. Intensivering is echter nodig voor tenminste 2 deelprogramma's.

## Allocatie van middelen 2022

Om een beeld te krijgen van de inzet van innovatiemiddelen op de verschillende missies kan worden geput uit de projectdata die RVO verzamelt ten behoeve van de uitvoering van de belangrijkste energie-innovatieregelingen. Onderstaand overzicht betreft de allocatie van budget uit de belangrijkste regelingen (DEI+, HER+, MOOI, etc.) aan missies A – E en missie 13. Het betreft hier budget dat in 2022 is gealloceerd (budgetjaar) en is beschikt voor peildatum 1 maart 2023. Omdat deze peildatum te vroeg valt voor de HER-regeling wordt daarvan data meegenomen uit budgetjaar 2021. Op basis van deze budgetten hebben de TKIs projecten inhoudelijk gelabeld aan de juiste MMIP(s) met een bijdrage van minimaal 25% en maximaal 100% van een project aan een bepaald MMIP. Opgemerkt dient te worden dat in onderstaande allocatie ook vanuit met name de DEI+ regulier en NWO (onder meer calls Circulariteit, Emissieloze en circulaire scheepvaart) middelen naar Circulaire Economie gaan – dit is in dit overzicht niet apart opgenomen.

Aanvullend zijn voor de missies A, B en C data geleverd door TNO en NWO. TNO en NWO hebben zelfstandig projecten gelabeld aan MMIP(s).



## 4. Herijking missies en MMIP's

De zeven missies uit 2019 zijn [herijkt in mei 2023](#), om recht te doen aan de grote uitdagingen waar Nederland nu voor staat. Onder elke missie hangen één of meerdere MMIP's. Ook deze zijn in het voorjaar van 2023 herijkt, in samenwerking met departementen, kennisinstellingen, Topsectoren en bedrijven. Daarbij is rekening gehouden met veranderingen binnen de maatschappelijke context. De huidige geopolitieke ontwikkelingen maken dat de overheid zich sterker inzet om strategisch kwetsbare afhankelijkheden te voorkomen. Grondstoffen en circulariteit zijn daarbij belangrijke thema's en hier is bij de herijking extra aandacht aan besteed. Daarnaast stelt de krapte op de arbeidsmarkt de energiesector voor grote uitdagingen. Om ondanks deze arbeidsmarktkrapte de verhoogde klimaat- en energiedoelstellingen te behalen, is het van belang om opschalings- en standaardisatieconcepten te ontwikkelen. Arbeidsbesparende innovaties hebben dan ook een meer prominente rol gekregen in de herijkte MMIP's.

Ook is er bij het herijken van de MMIP's voor gekozen om ons minder te richten op het ontwikkelen van individuele technologische innovaties en meer op het energiesysteem van de toekomst als geheel. Denk hierbij aan het vinden van oplossingen voor vraagstukken rondom de integratie van hernieuwbare energie in het energiesysteem, het in kunnen spelen op de wisselende beschikbaarheid van zonne- of windstroom en het beter benutten van bestaande infrastructuur. Dit sluit aan op de veranderende beleidscontext, waarbinnen nog meer aandacht is voor een integrale aanpak gericht op het energiesysteem van de toekomst.

Daarnaast is, medio 2022, besloten missie B voor de gebouwde omgeving te verbreden naar een Missie B+. Dit omdat als we in 2050 een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving willen realiseren, de ontwerp-, bouw- en technieksector tegelijkertijd voor (nog) meer grote opgaven staat. Deze kan de sector het best in samenhang met de opgaven in de energietransitie oppakken.

Om de bredere missie van een toekomstbestendige gebouwde omgeving te borgen in het missiegedreven innovatiebeleid is een Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) Bouw en Techniek ingericht. Dit heeft geleid tot 3 nieuwe MMIP's: (1) Levensduurverlenging (2) Circulaire Bouw en Infra en (3) Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen.

In de zomer van 2023 heeft het ministerie van EZK een 7<sup>ste</sup> missie geformuleerd, die betrekking heeft op de ontwikkeling van kennis en innovatie om de bredere inzet van kernenergie voor het energiesysteem in Nederland te ontwikkelen.

In onderstaande tabel staan de herijkte missies en de daarbij horende herijkte MMIP's.

## Missies

## Tussendoelen (2030)

## MMIP's Meerjarige Missiegedreven Innovatie- programma's en deelprogramma's

<p><b>A</b></p> <p>Een volledig CO<sub>2</sub>-vrij elektriciteitssysteem in 2050</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Op land jaarlijks minimaal 42 TWh elektriciteit opgewekt met windenergie en zonne-energie &gt;15kW</li> <li>21 GW geïnstalleerd vermogen aan wind op zee gerealiseerd</li> <li>4 GW binnenlandse elektrolysecapaciteit, met een streven naar 6-8 GW</li> </ul>	<p><b>1. Hernieuwbare elektriciteit op zee</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cost reduction and value optimization</li> <li>Integrated offshore energy</li> <li>Spatial, environmental and societal integration</li> </ul>	<p><b>2. Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Technologie ontwikkeling en productie</li> <li>Ruimtelijke inpassing</li> <li>Systeemintegratie</li> <li>Circulariteit</li> </ul>	
<p><b>B</b></p> <p>Een CO<sub>2</sub>-vrije gebouwde omgeving in 2050</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Isoleren van 2,5 miljoen woningen</li> <li>Uitfaseren slechte labels</li> <li>Overstappen op duurzame installaties of warmtenet</li> <li>Verlagen van milieu impact van energierenovaties</li> <li>Minimaal 20% van lokale energiegebruik binnen gebouwde omgeving opgewekt</li> <li>Grotere inzet duurzame bronnen</li> </ul>	<p><b>3. Versnelling energierenovaties in de gebouwde omgeving</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten voor woningen en utiliteitsgebouwen</li> <li>Industrialisatie van het verduurzamingsproces</li> <li>Digitalisering van het verduurzamingsproces</li> <li>Een inclusieve en aantrekkelijke energietransitie gebouwde omgeving</li> </ul>	<p><b>4. Warmte en koude</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Warmtepompen</li> <li>Afgifte-, tapwater en ventilatiesystemen</li> <li>Kleinschalige warmteopslag</li> <li>Duurzame warmte- en koudenetten</li> <li>Grootschalige warmteopslag</li> <li>Geothermie</li> <li>Lage temperatuur warmtebronnen</li> </ul>	<p><b>5. Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrificatie op gebouwniveau</li> <li>Elektrificatie van mobiliteit (cross-over)</li> <li>Elektrificatie van wijken &amp; bedrijventerreinen</li> <li>Nieuwe kaders voor het elektriciteitssysteem van de gebouwde omgeving</li> <li>Elektrische infrastructuur in de gebouwde omgeving</li> </ul>
<p><b>B+</b></p> <p>Toekomstbestendige gebouwde omgeving in 2050</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verduurzaming van 7 miljoen gebouwen voor 2050</li> <li>Nieuwbouw en transformatie van minstens 1 miljoen gebouwen voor 2030</li> <li>Vervangen en renoveren van tienduizenden bruggen, viaducten, tunnels en sluisen</li> <li>Significant reduceren van broeikas- en stikstofemissies voor 2030</li> <li>Klimaatbestendig maken van de gebouwde omgeving voor 2050</li> </ul>	<p><b>Circulaire bouw en infrastructuur</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwerp (concepten, criteria en evaluatie, processen), productie en hergebruik (IFD/modulair bouwen, validatie restcapaciteit/kwaliteit, digitale technologieën) van circulaire bouwwerken en componenten</li> <li>Biobased en non-biobased circulaire materialen</li> <li>Circulariteit enablers (beleid, inkoop,</li> </ul>	<p><b>Levensduurverlenging gebouwde omgeving</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geautomatiseerde inspectie technieken, uniforme digitalisering en betrouwbare reststerkte- en voorspellingsmodellen bestaande objecten</li> <li>Maatregelen en technieken voor levensduurverlenging met minimale impact op omgeving</li> <li>Programmatische aanpak levensduurverlenging</li> </ul>	<p><b>Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Klimaat adaptie bouwen (warteroverlast, droogte, hittestress, zomersmog, bodemaling, stormoverleg)</li> <li>Natuurinclusief bouwen (biodiversiteitsherstel)</li> <li>Omgevingsbewust bouwen zoals bouw proces (programma schoon en emissieloos)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>50 % reductie van het gebruik van primaire grondstoffen in 2030 en een bouweconomie die in 2050 vrijwel volledig circulair is</li> </ul>	ketensamenwerking businessmodellen, sociale aspecten)	ontwikkelen, valideren en toepassen op grote(re) schaal Kennis disseminatie: sector breed	bouwen) en bouwresultaat
<b>C</b> Een klimaat-neutrale en circulaire industrie in 2050	<ul style="list-style-type: none"> <li>50% minder primaire grondstoffen gebruikt;</li> <li>Broeikasgasemissies van productieprocessen en afvalsector verminderd tot circa 36 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent;</li> <li>Verduurzaming van het industriële warmte-systeem tot 300 °C is bereikt door hergebruik en elektrificatie;</li> <li>Energiegebruik per eenheid product is 30% lager dan in 2020;</li> <li>Duurzame waterstofproductie is kosteneffectief t.o.v. de fossiele referentie;</li> <li>CCS kosteneffectief ingezet;</li> <li>De industrie is in 2027 in staat keuzes integraal af te stemmen op het verwachte energie- en grondstoffsysteem van 2050.</li> </ul>	<b>6. Grondstoffen en producten voor circulariteit van koolstof</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Circulariteit van grondstoffen</li> <li>Biograndstoffen voor producten</li> <li>CCU (Carbon Capture and Usage – de afvang en het gebruik van CO en CO<sub>2</sub> als grondstof voor producten</li> </ul>	<b>7. CO<sub>2</sub>-vrije industriële energie-huishouding</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reduce energie-afhankelijkheid</li> <li>Re-use energie</li> <li>Replace energiedragers</li> <li>Produce: elektrolytische productie van waterstof</li> </ul>	<b>8. Keten- en systeemaspecten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Energie en grondstoffen in een nieuw systeem</li> <li>Infrastructuur en opslag</li> <li>Transport en opslag van CO<sub>2</sub> (CCS)</li> <li>Digitalisatie voor nieuwe industrie</li> </ul>
<b>D+</b> Emissieloze mobiliteit voor mensen en goederen in 2050	<ul style="list-style-type: none"> <li>Welzijn faciliteren in plaats van mobiliteit</li> <li>Samen met mobiliteit de energietransitie versnellen</li> <li>Mobiliteit in een duurzame, circulaire wereld</li> </ul>	<b>9.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verduurzaming</li> <li>Digitalisering</li> <li>Bredere kennisvragen m.b.t. sturing van de transitie</li> </ul>		
<b>E</b> Netto klimaatneutraal systeem van landbouw en natuur	MMIP 10, 11, 12 zijn gebundeld in een Theory of Change (zie kopje missie E)	<b>10. 11. 12.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vermindering methaanemissie</li> <li>Koolstofvastlegging in landbouwbodems</li> <li>Vermindering veenoxidatie</li> <li>Koolstofvastlegging in bomen bos en natuur</li> <li>De energietransitie voor landbouw en</li> <li>Vervanging van fossiele grondstoffen door biograndstoffen</li> </ul>		
<b>MMIP 13</b> Een robuust, maatschappelijk gedragen energiesysteem		<b>13.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sociaal deelsysteem</li> <li>Technische deelsysteem</li> <li>Economisch deelsysteem</li> <li>Ruimte en leefomgeving</li> <li>Complexe besluitvorming</li> </ul>		
<b>Missie Kernenergie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Het waarborgen en versterken van een toekomstbestendige nucleaire (kennis)-infrastructuur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kennisopbouw</li> <li>Human Capital</li> </ul>		



Hieronder volgt een uitgeschreven overzicht per missie en MMIP, waar ook dieper wordt ingegaan op de doelstellingen, deelprogramma's en positionering van de MMIP's.

## Missie A – Elektriciteit

Een volledig CO<sub>2</sub>-vrij elektriciteitssysteem in 2050, met het streefdoel van een CO<sub>2</sub>-vrij elektriciteitssysteem in 2035, dat verder wordt uitgebouwd en geïntegreerd voor de vraag in 2050.

Als tussendoelen is er in 2030:

- Op land jaarlijks minimaal 42 TWh elektriciteit opgewekt met windenergie en zonne-energie >15kW;
- 21 GW geïnstalleerd vermogen aan wind op zee gerealiseerd
- 4 GW binnenlandse elektrolysecapaciteit, met een streven naar 6-8 GW

Uitgangspunten bij het realiseren van een duurzame, betrouwbare, betaalbare en toekomstbestendige elektriciteitsvoorziening zijn:

- Het beschikbaar maken en toepassen van innovaties die nodig zijn voor deze beleidsdoelen;
- Het hanteren van een integrale aanpak van technische, maatschappelijke, economische, ecologische, ruimtelijke en juridische uitdagingen.
- Het richten op het mogelijk maken van de versnelde groei door in te zetten op het oplossen van knelpunten op het gebied van human capital, (systeem)kosten, systeemintegratie en ruimtelijke en ecologische inpassing. Ook aandacht voor verantwoord grondstoffen gebruik en circulariteit zijn daarbij van belang.

## MMIP 1 – Hernieuwbare elektriciteit op zee

### Doelstellingen

Dit MMIP streeft naar het door onderzoek en innovatie mogelijk maken van de ontwikkeling van 21 GW (97 TWh) of meer aan windenergie op zee in 2030 en tussen de 35 GW (150 TWh) en 75 GW (320 TWh) aan hernieuwbare elektriciteit op zee in 2050, tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten.

Daarnaast ligt de innovatieopgave van dit MMIP in het creëren van maximale participatie van het Nederlands bedrijfsleven in de realisatie en beheer van de offshore energieparken. Door middel van innovaties kan hun concurrentiepositie worden versterkt.

### Context / probleemschets

Vanaf 2023 tot 2050 hebben we als Nederlandse offshore energiesector de sprong van bijna 2.500 MW naar 70 Gigawatt te maken op de Noordzee. Daarbij zoeken we een balans tussen energievoorziening, natuur en voedselvoorziening in ons grootste natuurgebied. Om meerdere redenen is het evident dat de benodigde schaalessprong met de huidige stand van de techniek niet zonder meer mogelijk is: de opschaling loopt tegen knelpunten aan zoals hogere kosten, uitroltempo, concurrerend offshore ruimtegebruik, veiligheid (zoals scheepvaart), ecologie en integratie van zeer grote hoeveelheden elektriciteit in het energiesysteem.

### Wijzigingen

Ten opzichte van het oorspronkelijke MMIP (2019) is er daarom noodzaak voor een aantal nieuwe innovatie-onderwerpen:

*Standardisation and Industrialisation:* Het betreft hier alle innovaties die te maken hebben met standaardisatie van turbines en industrialisatie van het productieproces van windturbines en ondersteuningsinstallaties.

*Floating Offshore Wind & Alternatives for Deeper Water:* Het betreft hier alle innovaties die te maken hebben met alle aspecten van ontwerp, aanleg en exploitatie van drijvende windturbines op zee, alsmede bottom fixed alternatieven voor drijvende installaties in diepere wateren.

*Human Capital:* Het betreft hier acties om het kwantitatieve en kwalitatieve tekort aan gekwalificeerde arbeidskrachten in de offshore windsector aan te pakken.

Daarnaast blijkt uit een analyse van de oorspronkelijke subthema's – in relatie tot bovenstaande context - een toenemend belang van Integrated Offshore Energy Systems, Net Positive Contribution to the Ecology, Circularity & Raw Materials en Floating Solar.

### Deelprogramma's en fasering

De belangrijkste innovatieopgave van dit MMIP ligt in het oplossen van de genoemde knelpunten via drie thema's die de deelprogramma's van dit MMIP vormen:

1. **Cost Reduction and Value Optimisation:** alles wat leidt tot lagere kosten en/of hogere opbrengsten van offshore energieparken. De belangrijkste doelstellingen daarbij zijn: verlaging van de LCoE van op zee geproduceerde elektriciteit met nieuw geïnstalleerde installaties tot €25-€30/MWh, zo laag mogelijk houden van de systeemkosten en daarmee verband houdende maatschappelijke kosten en vermindering van de personele inzet op zee met 50 %.
2. **Integrated Offshore Energy Systems:** alles wat bijdraagt aan betere invoeding van hernieuwbare energie in het energiesysteem. De belangrijkste doelstellingen daarbij zijn: volledige integratie van productie van geïntegreerde energieparken op zee (wind en andere duurzame energie) in het elektriciteitssysteem.
3. **Spatial, Environmental and Societal Integration:** alles wat bijdraagt aan ruimtelijke en milieu-inpassing van offshore energie, dan wel bijdraagt aan het realiseren van andere maatschappelijke doelen. De belangrijkste doelstellingen daarbij zijn: energieparken zijn circulair, de toestand van de onderwaternatuur is met tenminste 50 % verbeterd, en de impact van energieparken op sterfte van vogels en vleermuizen is zoveel mogelijk beperkt door innovatieve mitigerende en compenserende maatregelen.

De subthema's zijn beoordeeld op hun bijdrage aan de verschillende doelstellingen. Daarbij is gekeken naar de bijdrage aan de MMIP-transitiedoelstellingen, de kennispositie van Nederland, de economische basis van Nederland en de fase van marktontwikkeling op de betreffende terreinen.

### Deelprogramma 1: Cost Reduction & Value Optimisation

Onderwerp	Zero Breakdown & Robotisation	Optimal Energy Farm Design	Balance of Plant Optimisation	Standardisation & Industrialisation	Wind Turbine Technologies	Offshore Floating Solar	Floating Offshore Wind & Alternatives for Deeper Water
Doel	Demonstratie van de technologieën die nodig zijn om tot een windpark te komen dat geen aanwezigheid op locatie vereist.	Ontwerp van energie parken waarin meerdere vormen van energieopwekking en - opslag zijn geïntegreerd, en waarin de kosten, ecologische en ruimtelijke inpassing zijn geoptimaliseerd.	Ontwikkelen en demonstreren van innovaties die transport, installatie en decommissioning efficiënter en sneller maken.	Verbeteren inzicht in voordelen en randvoorwaarden voor standaardisatie en industrialisatie. Ontwikkelen en demonstreren van innovaties die bijdragen aan	Zie onder 1.4	Een demonstratie van minimaal 100 MWp floating solar op de Noordzee voor 2030. Een gefundeerde inschatting van de verwachte kostprijs en ecologische	Demonstratie van specifieke technologieën die essentieel zijn voor floating wind; zoals innovatieve floaters, turbines, mooring en anchoring, substations



				standaardisatie, circulariteit en arbeidsbesparend onderhoud.		effecten bij grootschalige opschaling binnen windparken. Innovaties die bijdragen aan een kostenniveau van rond de €200 per MWh. (opmerking: Dit op basis van de inschatting die TNO begin februari heeft gemaakt van de kostenontwikkeling van floating solar. Bij 100 MWp is dat tussen de 180 en 250 €/MWh.	Een ontwerp voor een totaal systeem, waarin kosten zijn geminimaliseerd.
--	--	--	--	---	--	--	--

### Deelprogramma 2: Integrated Offshore Energy Systems

Onderwerp	Market system	Offshore Energy Infrastructures	Flexibility Solutions	Energy Islands
<b>Doel</b>	1) Inventarisatie van nieuwe markten, businesscases die ontstaan als gevolg van de energietransitie. 2) Uitwerken van de geïdentificeerde nieuwe businessmodellen. 3) Het ontwikkelen en demonstreren van oplossingen voor de bijbehorende technische uitdagingen voor energiewinning op zee zoals op het vlak van windparkregeling en hybride powerplant regeling.	Inventarisatie, ontwikkeling en demonstratie van systemen voor de koppeling tussen wind op zee, zon op zee of op land, waterstofproductie en de infrastructuur die daarvoor nodig is.	Ontwikkeling, demonstratie en industrialisatie van oplossingen voor conversie en opslag van elektriciteit waarmee vraag en aanbod bij elkaar worden gebracht.	Ontwerp voor een energie-eiland gebaseerd op onderzoek naar de onderliggende thema's zoals de integratie van wind, zon, opslag en conversie, interconnectie en multi-use door andere functies, waarbij de balans tussen deze functies onderling en de kosten is geoptimaliseerd. Zie ook subthema 2.2.

### Deelprogramma 3: Spatial, Environmental & Societal Integration

Onderwerp	Net Positive Contribution to the Ecology	Multi-use Offshore Wind Farm	Zero Emission Transport Offshore Wind Farms	Circularity and Raw Materials	Human Capital
<b>Doel</b>	Ontwikkeling en demonstratie van zowel mitigerende als compenserende maatregelen waardoor het mogelijk wordt om in totaal een netto positieve contributie aan de ecologie te leveren.	Ten minste één pilot waarin medegebruik van een windpark, met directe betrokkenheid van het windpark, wordt gedemonstreerd.	Ontwikkeling en demonstratie (voor 2030) van een groter installatieschip dat zonder uitstoot kan varen.	Ontwikkeling en demonstratie van circulaire bladen; Ontwikkeling en demonstratie voor 2030 van substantiële beperking van het gebruik, of vervanging, van schaarse materialen (zoals zeldzame aardmetalen) of materialen waarbij risico's op het gebied van mensenrechten worden gelopen, die in windturbines of balance of plant componenten worden gebruikt.	Verdere ontwikkeling van fieldlabs, learning communities met onderwijs- en onderzoeksinstellingen en bedrijfsleven. Het ontwikkelen van arbeidsbesparende innovaties in de gehele life cycle van het offshore energiepark op basis van onderzoek dat in 2023 plaatsvindt.

## Positionering

### Kennispositie Nederland

De maritieme en offshore-industrie (inclusief de havens) blinken uit door jarenlange ervaring in civieltechnische- en energieprojecten in de delta en op zee. Hoogstaande kennis op het gebied van materialen, elektrotechniek, maritieme en civiele techniek, digitalisering en robotisering maken de uitvoering van *deelprogramma 1* van dit MMIP (Cost Reduction and Value Optimisation) mogelijk. Ook heeft Nederland een sterke kennispositie in de windturbineteknik. Dit deelprogramma sluit daar uitstekend bij aan. Samenwerking binnen deze setting is al grotendeels operationeel binnen het TKI Wind op Zee waar grote bedrijven, innovatieve MKB-bedrijven en startups samenwerken met TO2 instellingen, Universiteiten en ook hbo-instellingen. Bestaande samenwerkingsverbanden zoals bijvoorbeeld GROW en Field Lab Zephyros en de Offshore Wind Innovators community maken deel uit van dit systeem. De actoren op het gebied van drijvende zonne-energie vallen deels samen met de offshore en maritieme bedrijven en kennisinstellingen, deels wordt aangesloten bij partijen die bij bijvoorbeeld het TKI Urban Energy zijn aangesloten. Voor dit MMIP worden de MMIP's Duurzame en Veilige Noordzee en Blue Growth betrokken, naast Sleuteltechnologie ICT, TS Logistiek en Digital Delta.

In *deelprogramma 2* (Integrated Offshore Energy Systems) komen de maritieme en offshore sterktes samen met een sterke kennispositie op elektriciteitsnetwerken. Bestaande samenwerkingsverbanden zoals binnen het TKI Wind op Zee worden uitgebreid met specifieke kennisnetwerken voor energieopslag en conversie (o.a. MMIP 8 en 13) zoals een open kennisplatform voor Waterstof op Zee. Binnen het innovatiesysteem worden de gebruikers van energie betrokken zoals de chemische industrie of datacenters. Meer specifiek zal voor opslag en conversie technologie ook naar buitenlandse programma's worden gekeken en zal van waar mogelijk van kennistransfer gebruik gemaakt worden.

*Deelprogramma 3* (Spatial, Environmental and Societal Integration) is een breed speelveld van energie, natuur en voedsel. Het ontwikkelen van een gezamenlijke kennisbasis is van groot belang. De relatie met andere MMIP's uit het Thema Landbouw Water Voedsel (zoals Duurzame en veilige Noordzee en Blue Growth) is belangrijk. Er is duidelijk een overlap op een aantal onderzoeksonderwerpen en een kans voor, en noodzaak van, samenwerking. Hier zullen verschillende innovatiesystemen bij elkaar komen. Zo worden bestaande netwerken aangevuld met spelers uit de wetenschap, bedrijven en NGO's.

### Samenhang nationale programma's

De innovatiedoelstellingen voor het MMIP vormen een afgeleide van de implementatiedoelen voor energieopwekking op zee, waaronder vooral windenergie op zee, maar ook nieuwe technologieën zoals drijvende zonneparken. In de Noordzee Energie Outlook van het Ministerie van EZK is voor 2050 een behoefte aan tussen de 38 en 72 GW offshore windenergie voorzien.

Hiermee wordt niet alleen in een groot deel van de huidige elektriciteitsvraag voorzien, maar ook in de toekomstige verregaande elektrificatie van de maatschappij. Het bestaande energiebeleid is nu gericht op de ontwikkeling van 21 GW offshore windenergie (97 TWh) in 2030 (Aanvullende Routekaart Windenergie op zee 2030), ca. 50 GW in 2040 en ca. 70 GW in 2050.

De vraag naar offshore windenergie zou nog veel hoger uit kunnen komen als ook wordt bijgedragen aan de grootschalige productie van duurzame transportbrandstoffen op basis van waterstof. Ook kunnen de recente ontwikkelingen op de energiemarkten en op geopolitiek vlak geven een extra stimulans voor het tijdig en zo mogelijk versneld halen van deze doelstellingen.

Voor het slagen van de Energietransitie is het daarnaast essentieel dat de verschillende MMIP's goed samenwerken. Er is sprake van een groot aantal crossovers en doorsnijdende thema's. Die zijn in dit MMIP expliciet benoemd en voorzien van actiepunten waarop samengewerkt gaat worden. Het betreft dan vooral de samenwerking tussen MMIP<sub>1</sub> en MMIP<sub>13</sub> (Systeemintegratie), MMIP<sub>2</sub> (Urban Energy), MMIP<sub>6</sub> (Circulariteit), en de programma's voor Waterstof (waaronder ook GroenvermogenNL), Digitalisering, Human Capital en Maatschappelijk Verantwoord innoveren (MVI). Daarnaast is ook de samenwerking met de MMIP's Blue Growth en Duurzame en Veilige Noordzee onder thema LWV (Land, Water, Voedsel) van belang.

### Samenhang internationale programma's / strategie internationaal

De toenemende samenhang tussen nationale energie-infrastructuren en ruimtegebruik maakt duidelijk dat ook de productie van hernieuwbare energie en de daarmee verband houdende innovatievragen niet langer uitsluitend vanuit een nationaal perspectief (zoals de Nederlandse Economische Zone) kunnen worden gezien. Voor offshore wind energy betekent dit vooral dat de gehele Noordzee als één samenhangend ecosysteem, ruimtelijk systeem en energiesysteem moet worden gezien, niet als een lappendeken van nationale systemen.

De Esbjerg samenwerkingsovereenkomst tussen Denemarken, Nederland, Duitsland en België illustreert dat er tussen de Noordzeelanden moet en kan worden samengewerkt om efficiënt en effectief de energietransitie voor Noord-West Europa aan te pakken. Door het vergroten van het ruimtelijk en energiesysteem wordt de oplossingsruimte voor de knelpunten vergroot. Het economische nevendoeel daarbij is dat er voor de in (Noordwest) Europa gevestigde bedrijven in de offshore energiesector een level playing field bestaat om economische activiteiten te ontwikkelen in het gehele Noordzeegebied. Bij het voorgaande zullen ook niet EU-landen als UK en Noorwegen moeten worden betrokken.

Nederland heeft een belangrijke rol in diverse internationale R&D organisaties zoals ETIPWind, EERA JPWind, SET offshore wind en EAWE. Zodoende wordt op internationale schaal de samenhang en samenwerking met andere onderzoeksprogramma's verzekerd. Door deelname aan deze programma's en afstemming met de programmacommissies of organisatoren draagt Nederland bij aan de definitie van internationale R&D prioriteiten en wordt internationale synergie bereikt.

### MMIP 2 - Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving

#### Doelstellingen

Dit MMIP heeft als doel het aanjagen en mogelijk maken van de kennis- en innovatieontwikkeling die nodig is voor de verdere opschaling van hernieuwbare elektriciteit op land met zo hoog mogelijke maatschappelijke en ecologische waarde en tegen zo laag mogelijke kosten.

Deze opschaling kan de komende jaren snel toenemen, in ieder geval tot 42 TWh/jr (de huidige formele doelstelling) en mogelijk tot meer dan 70 TWh/jr in 2030 en uitzicht op een potentiële bijdrage van 200 TWh/jr in 2050. Daarvoor moeten wel de juiste voorwaarden worden gecreëerd – dit MMIP draagt daaraan in belangrijke mate bij.

De doelstellingen die aan innovatie voor zon en wind worden gesteld, hangen samen met de doelstellingen voor implementatie. Er is geen twijfel over het feit dat er een zeer forse uitbouw moet plaatsvinden. Maar de innovatiedoelen worden wel uitdagender bij een hogere implementatiedoelen. Dat gaat om eisen aan ruimtelijke inpassing, netinpassing, circulariteit en kosten

Dit innovatieprogramma heeft daarnaast tot doel de Nederlandse economie te versterken. Een eigen industrie binnen Nederland en de EU biedt gezien de verwachte enorme groei ook exportkansen, zeker op gebied van integratie en duurzaamheid van hoogwaardige zonne-energie producten.

## Deelprogramma's en fasering

De belangrijkste inhoudelijke uitdagingen van dit innovatieprogramma zijn onderverdeeld in vier bovenliggende thema's die de deelprogramma's vormen van het MMIP:

1. **Technologieontwikkeling en productie:** De technologie voor wind en zon is beschikbaar om grootschalig te worden uitgerold, maar er is nog veel ontwikkeling mogelijk wat betreft kosten, opbrengsten en circulariteit. Nederland en de EU hebben de kennispositie om deze ontwikkeling door kennisinstellingen en private partijen te realiseren. Daarnaast is het van strategisch belang dat Nederland, als onderdeel van de EU minder afhankelijk wordt van import van producten en/of materialen voor de opwekking van deze vormen van elektriciteit. Vooral voor zonnestroom is de afhankelijkheid van Azië op dit moment zeer groot. Dit innovatieprogramma zet daarom in op het opbouwen van een Nederlandse maakindustrie voor een nieuwe generatie zonnestroomproducten.
2. **Ruimtelijke inpassing:** Functionele- en esthetische- integratie van zonnestroomsystemen zijn cruciaal voor grootschalige toepassing in de gebouwde omgeving. Technisch kan er al veel, vooral de kosten voor integratie moeten gereduceerd worden. Het opschalen van geïntegreerde producten met hogere maatschappelijke waarde blijft uitdagend en krijgt aandacht in dit innovatieprogramma. Ruimtelijke- en ecologische- kwaliteit zijn belangrijke randvoorwaarden bij de toepassing van windparken en zonnestroomsystemen in het buitengebied: Hoe kunnen we grootschalige hernieuwbare elektriciteitsopwekking ontwikkelen met behoud of verbetering van de ruimtelijke en ecologische kwaliteit?
3. **Systeemintegratie:** Hoe kunnen we voldoende snelheid houden in het aansluiten van zonnestroomsystemen en windparken? Welke innovaties kunnen op korte termijn extra aansluitcapaciteit mogelijk maken. En voor de langere termijn: hoe kan de variabele opwek van elektriciteit uit zon en wind, tegen zo laag mogelijke maatschappelijke uitgaven, het beste worden geïntegreerd in het energiesysteem? Hoe kan, bij hoge fracties van zon en wind in de opwekmix, de economische waarde van de elektriciteit worden behouden? En hoe doen we dit rechtvaardig?
4. **Circulariteit:** De transitie naar een CO<sub>2</sub> – neutrale samenleving en circulaire economie moeten hand in hand gaan. Voor zonne-energie en windenergie moet daarom nu al gewerkt worden aan circulaire producten, het verlengen van de levensduur en het vermijden van schaarse materialen, evenals recyclingstrategieën voor de huidige generatie producten.

### Deelprogramma 1: Technologie ontwikkeling en productie

Onderwerp	Zonnestroomtechnologieën en maakindustrie	Wind energietechnologieën
<b>NL inzet</b>	Hoog	Laag
<b>Doel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kostenreductie van panelen/folies tot 0,10 EUR/Wp of minder in 2030;</li> <li>▪ Rendementsverhoging van panelen/folies tot 25%-30% in 2030 en 40% of meer in 2050;</li> <li>▪ Levensduurverlenging van panelen/folies tot 35 jaar of meer.</li> <li>▪ Circulariteit bij Nederlandse zonne-energie-industrie geïmplementeerd: kleine ecologische voetafdruk, efficiënt materiaalgebruik, <i>design for recycling</i>.</li> <li>▪ Zonnestroomtechnologie moet (waar relevant) integreerbaar zijn om zo toegevoegde waarde te leveren aan objecten en elementen.</li> </ul> <p>Hoge standaard op het gebied van betrouwbaarheid en veiligheid. Componenten zijn zo ontworpen kan de kans op installatiefouten minimaal is en falen alleen op een veilige manier.</p>	<p>Doel van dit sub-deelprogramma is het ontwikkelen van technische innovaties, proces- en systeeminnovaties en publiek engagement om de implementatie van windenergie in het buitengebied te faciliteren en te vergroten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Demonstratie in 2030 van technologie om geluid van windturbines &gt; 1MW met 5 dB te verminderen</li> <li>▪ Demonstratie in 2030 van productietechnologie waarmee een turbineblad van commerciële afmetingen circulair kan worden geproduceerd.</li> </ul> <p>Eerste demonstratie in 2030 van nieuwe technologie waarmee ecologische impact op vogels en vleermuizen kan worden verminderd.</p>

<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nieuwe materialen en processen voor lichtabsorberende lagen en functionele coatings</li> <li>▪ Ontwerp en testen van geavanceerde zonnecellen, tandemstructuren, panelen en folies (samen: 'devices');</li> <li>▪ Productieconcepten, -processen en -systemen voor zonnecellen, halffabricaten, panelen en folies (batch en roll-to-roll) en voor verbetering van duurzaamheid en circulariteit;</li> <li>▪ Functie-integratie van opwekking van zonnestroom in objecten en elementen ten behoeve van gebouwen, infrastructuur, landschap, water, vaar- en voertuigen, etc.</li> </ul> <p>Ontwikkelen van intelligentie op cel- en (sub-)modulenniveau voor het bevorderen van energetische inpassing, opbrengstmaximalisatie en veiligheid.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verminderen geluid van windturbines</li> <li>▪ Ecologische inpassing: verminderen impact op vogels en vleermuizen</li> <li>▪ Circulariteit: verbeteren recyclebaarheid van turbinebladen</li> <li>▪ Kwaliteit en veiligheid van wind op land verbeteren</li> </ul>
------------------------------------	---	---

## Deelprogramma 2: Toepassingsontwikkeling zon en wind

Onderwerp	Zonnestroomsystemen in de gebouwde omgeving	Zonnestroomsystemen in het buitengebied	Windparken in het buitengebied
<b>NL inzet</b>	Hoog	Hoog	Laag
<b>Doel</b>	<p>Het technisch en economisch ontsluiten van voldoende oppervlak op daken en gevels van gebouwen, parkeerplaatsen, geluidsschermen, voertuigen en andere verharde oppervlakken om minimaal 100 TWh/jr aan zonnestroom te kunnen opwekken in 2050 en te kunnen invoeden in het energiesysteem.</p> <p>In 2030 zijn er geen daken meer 'ongeschikt' voor PV door constructieve beperkingen of brandveiligheid. De LCOE van grootschalige zon-op-dak systemen is in 2030 50 €/MWh en in 2050 30 €/MWh. Daarnaast zijn er businessmodellen voor het volledig vullen van gebouwen, het aanleggen van zonnegevels, carports en geluidsschermen. De inzet van personeel tijdens de productie, installatie en operatie van zonnestroomsystemen is met tenminste 50% verminderd door productinnovatie, robotisering en digitalisering;</p>	<p>Het technisch en economisch mogelijk maken van zonneparken op land en (groot) binnenwater die ruimtelijk en energetisch zijn ingepast in de omgeving en medegebruik faciliteren, met minimale impact en waar mogelijk meerwaarde voor de lokale natuur. De LCOE van grootschalige zonneparken die voldoen aan de inpassingseisen is in 2030 50 €/MWh en in 2050 30 €/MWh. Daarnaast zijn er businessmodellen voor combinatie met landbouw (Agri-PV). De inzet van personeel tijdens de productie, installatie en operatie van zonnestroomsystemen is met tenminste 50% verminderd door productinnovatie, robotisering en digitalisering;</p>	<p>Het technisch en economisch mogelijk maken van windparken op land en (groot) binnenwater die ruimtelijk en energetisch zijn ingepast in de omgeving en medegebruik faciliteren, met minimale impact en waar mogelijk meerwaarde voor de lokale natuur. De LCOE van grootschalige windparken die voldoen aan de inpassingseisen is in 2030 50 €/MWh en in 2050 30 €/MWh.</p> <p>De inzet van personeel tijdens de productie, installatie en operatie van windparken is met tenminste 50% verminderd door productinnovatie, robotisering en digitalisering;</p>
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Multifunctioneel ruimtegebruik, functie-integratie, en esthetische inpassing</li> <li>▪ Bevestiging van het systeem en constructieve beperkingen van het gebouw</li> <li>▪ Verlagen van de kosten en het verbeteren van de maatschappelijke business-case</li> <li>▪ Optimale integratie in het energiesysteem en lokale flexibiliteitsoplossingen</li> <li>▪ Het garanderen van de kwaliteit en (brand)veiligheid van het systeem</li> <li>▪ Integrale duurzaamheid en recycling</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kostenreductie en het verbeteren van de business case</li> <li>▪ Multifunctioneel ruimtegebruik en functie-integratie</li> <li>▪ Biodiversiteit en natuurwaarde optimalisatie</li> <li>▪ Energetische inpassing</li> <li>▪ Integrale duurzaamheid en recycling</li> <li>▪ Maatschappelijke draagvlak</li> <li>▪ Levensduur, betrouwbaarheid en robuustheid verhogen</li> <li>▪ Energielandschappen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kostenreductie en het verbeteren van de business case</li> <li>▪ Maatschappelijke draagvlak</li> <li>▪ Kwaliteit en veiligheid</li> <li>▪ Reduceren van geluidshinder</li> <li>▪ Ruimtelijke inpassing</li> <li>▪ Ecologische inpassing</li> <li>▪ Energielandschappen</li> </ul>

Levensduur, betrouwbaarheid en robuustheid verhogen		
---	--	--

### Deelprogramma 3: Inpassing van hernieuwbare elektriciteit in het energiesysteem

<b>Onderwerp</b>	Geen sub-deelprogramma's
<b>NL inzet</b>	Hoog
<b>Doel</b>	De hoeveelheid opgewekte energie per eenheid beschikbare netcapaciteit wordt verhoogd door vormen van energieconversie en -opslag, lokale optimalisatie in vraag en aanbod, waar nodig curtailment en faciliterende wet- en regelgeving.  Voor zonnestroomsystemen is met behulp van bovenstaande technieken de capaciteitsfactor van de netaansluiting in 2030 minimaal verdubbeld t.o.v. 2021 van ca. 0.12 tot ca. 0.25, ofwel 2200 vollasturen
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Inzet flexibiliteit voor (tijdelijk) verlagen van (piek)belasting elektriciteitsnet</li> <li>▪ Cable pooling</li> <li>▪ Elektrische opslagsystemen</li> <li>▪ Nieuwe kaders voor inzet flexibiliteit bij hernieuwbare opwek</li> <li>▪ Verbetering aanleg en uitbreiding van infrastructuur</li> </ul>

### Deelprogramma 4: Circulariteit van hernieuwbare opweksystemen

<b>Onderwerp</b>	Geen sub-deelprogramma's
<b>NL inzet</b>	Hoog
<b>Doel</b>	Zonnepanelen hebben in 2030 een omzettingsrendement van >30%, een levensduur van >35 jaar en een circulair ontwerp zonder zeer schaarse grondstoffen (met name indium, gallium) en giftige stoffen (met name lood, PFAS, antimoon). Minstens 50% van de benodigde zonnestroomcomponenten en windturbine componenten wordt lokaal (EU) geproduceerd;  Nieuwe zonnestroomsystemen en windparken zijn vergaand circulair. De herkomst van gebruikte materialen is bekend en voldoet zoveel mogelijk aan de IMVO eisen; De materialen kunnen voor minstens 90% hoogwaardig gerecycled worden
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	<p>Speerpunten/kennisvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ontwerp voor duurzaamheid en hergebruik</li> <li>▪ Verlengen levensduur nieuwe installaties</li> <li>▪ Verlengen levensduur bestaande systemen</li> <li>▪ Verbeteren recyclingmogelijkheden bestaande panelen en windmolens</li> </ul> <p>Ontwikkelen circulaire businessmodellen</p>

### Positionering

#### Zonnestroom sector

Er is veel samenwerking binnen de zonnestroomsector. Met het nationale onderzoeknetwerk SOLARLab (dit omvat TNO, TNO en Solliance, de academische groepen bij AMOLF, RUG, TUD, TU/e, UT, UU, UvA, VU en WUR en de hogescholen Zuyd en Amsterdam Academy of the Arts), het publiek-private samenwerkingsverband Solliance (TNO, imec, FZ Jülich, TU/e, TUD, UT, RUG, UHasselt), meerdere Nationale Consortia (Zon op Gebouw, Zon in Landschap, Zon op Water, Zon op Infra), brancheverenigingen (Holland Solar, NVDE, Techniek Nederland, Bouwend Nederland) en het reeds bestaande 'PV-TKI' -netwerk beschikt Nederland op alle zonnestroomtoepassingen over een sterk ecosysteem dat op regelmatige basiskennis met elkaar uitwisselt. Daarnaast is er een Nationaal Groeifonds aanvraag ingediend waarvoor het consortium SolarNL in het leven is geroepen en de belangrijke actoren binnen de PV-maakindustrie worden verenigd.

Via deze consortia is aansluiting gevonden bij de Europese brancheorganisatie Solar Power Europe en Europese roadmaps (ETIP PV, EERA, SET-plan PV). Tevens werken de consortia nauw samen met vrijwel alle kennisinstellingen en producenten in Europa op het gebied van kristallijn-silicium en dunne-films (CIGS, PSC, OPV, aSi, III-V) in contractresearch, partnerprogramma's, Horizon2020,

ERANET, Horizon Europe, Interreg en KIC-EIT. Tenslotte participeren deze consortia ook in diverse taakgroepen van de International Energy Agency (onder andere op het gebied van zonnestroomtechnologie, integratie, levensduur en kwaliteit). Daarnaast dient er voor dit deelprogramma verkend te worden hoe er het best kan worden aangesloten bij het recente Europese initiatief om meer maakindustrie voor zonnestroom te realiseren in Europe, de 'Solar Manufacturing Accelerator'.

Naast energie gerelateerde initiatieven wordt ook nadrukkelijk de samenwerking gezocht met andere sectoren zoals de chemiesector (integratie met elektrochemie, waterstof, power to gas), de agrarische sector (gewasteelt en -monitoring, biodiversiteit), de creatieve sector (inpassing in het landschap, inpassing in de gebouwde omgeving, perceptieonderzoek), en met de KIA Circulaire Economie (materiaalgebruik, circulariteit, etc.).

### Wind sector

Onderzoek voor wind op land heeft de afgelopen jaren in Nederland weinig ruimte gekregen. Maar de leden van de Nederlandse Wind Energie Associatie (NWEA) geven aan dat er grote behoefte is aan innovaties omdat de doelstellingen van de overheid anders niet worden gehaald. Belangrijke onderzoekpartners zijn TNO, KNMI, TU Delft, CWI, WUR en Rijksuniversiteit Groningen. De kennissector in Nederland werkt nauw samen met Europese kennisinstellingen via EERA en de industrie in Europa via ETIP-Wind.

In het deelprogramma 'Windparken in het buitengebied' komen meerdere sectoren bij elkaar die samen vorm moeten geven aan een functioneel geïntegreerde oplossing. Bij de ontwikkeling van windparken op land moet met een aantal aspecten rekening worden gehouden: de benodigde subsidie zal in toenemende mate moeten afnemen, er is systeemintegratie nodig om het windvermogen op het energiesysteem aan te sluiten, en het ruimtelijke vraagstuk moet worden geadresseerd. Diverse geledingen van de maatschappij spelen hierbij een rol. De ontwikkeling van de windsector op land levert economische activiteit en werkgelegenheid op met meerwaarde voor het bedrijfsleven. Technische en sociale ontwikkelingen vinden plaats in samenwerking met bedrijfsleven, maatschappelijke organisaties, onderzoeksinstituten en universiteiten.

## Missie B – Gebouwde Omgeving

### Een CO<sub>2</sub>-vrije gebouwde omgeving in 2050

Met deze missie wordt invulling gegeven aan twee maatschappelijke opgaven: ten eerste om de transitie van aardgas naar duurzame vormen van verwarming en koeling tijdig en betaalbaar vorm te geven; en ten tweede om de lokale vraag (patronen) en duurzame opwekking in evenwicht te brengen. Dit vraagt om slimme combinaties van isolatie, installaties, productie en aansturing die op kosteneffectieve wijze jaarrond een comfortabel en gezond binnenmilieu voor gebouwen realiseren. Om dit te bereiken is innovatie nodig die leidt tot een substantiële kostenverlaging; industrialisatie in de keten; efficiënte inzet van vaklieden en producten en diensten die volledig aansluiten op bewonerswensen. Hierbij is het verlagen van de milieu impact van de gebruikte materialen van groot belang. De missie richt zich op het ontsluiten van nieuwe schaalbare maatschappelijk gewaardeerde duurzame bronnen, oplossingen voor het reduceren van de warmtebehoefte en het duurzaam verwarmen en koelen van woningen en gebouwen. Slimme energiediensten en (lokale) systeemintegratie zijn nodig om de elektrificatie van het energiesysteem te faciliteren. Invulling van deze missie vraagt om betaalbare, sociaal en maatschappelijk gedragen, schaalbare oplossingen gericht op een einddoel in 2050 van een CO<sub>2</sub>-vrije gebouwde omgeving, waarbij alle gebouwen voldoen aan de (toekomstige) eindnorm.

Op weg naar 2050 wordt voor 2030 een aantal tussendoelen gesteld. In 2030 wordt gestreefd naar:

- Isoleren van 2,5 miljoen woningen met nadruk op uitfasen slechte labels (E, F en G): 1,5 miljoen koopwoningen; en 1 miljoen huurwoningen worden geïsoleerd naar de Standaard voor woningisolatie;
- Uitfasen slechte labels in de utiliteitsbouw: Voor 2027 verduurzamen van de 15% gebouwen met slechtste energiestaat, energielabel G conform de nieuwe labelclassificatie tot minimaal energielabel C (60.000 gebouwen). Voor 2030 verduurzamen van gebouwen met energielabel F conform de nieuwe labelclassificatie tot minimaal energielabel C (60.000 gebouwen);
- Overstappen op duurzame installaties of een warmtenet: 1 miljoen geïnstalleerde (hybride) warmtepompen in de bestaande bouw. Realiseren van 500.000 nieuwe aansluitingen op een warmtenet in de bestaande bouw (in woningequivalenten);
- Verlagen van de milieu-impact van energierenovaties door inzetten op circulaire principes als het reduceren van gebruik van schaarse- en energie-intensieve materialen en levensduurverlenging;
- Minimaal 20% van het lokale energiegebruik wordt binnen de gebouwde omgeving duurzaam opgewekt;
- Grotere inzet duurzame bronnen: Bijmengen van 1,6 BCM groen gas, dit komt neer op 2,9 Mton CO<sub>2</sub>-reductie per 2030.

### MMIP 3 - Versnelling energierenovaties in de gebouwde omgeving

#### *Doelstellingen*

Het hoofddoel van dit MMIP is om innovaties te ontwikkelen die woningen en utiliteitsgebouwen gereedmaken voor een CO<sub>2</sub>-vrije warmtevoorziening<sup>2</sup> en die de opschaling van het aantal

---

<sup>2</sup> Voor ruimteverwarming, koeling, ventilatie en tapwater



verduurzaamde gebouwen mogelijk maken. De uitvoering van dit programma levert waardevolle innovaties op die kunnen leiden tot verbeteringen in producten, processen of diensten.

MMIP 3 stimuleert technische, procesmatige en maatschappelijke innovaties die de energietransitie in de gebouwde omgeving kunnen versnellen. Dit moet bijdragen aan het behalen van het tempo van woningverduurzaming van 200.000 woningen per jaar vóór 2030. Daarnaast moet de een belangrijk deel (~25%) van de utiliteitsbouw verduurzaamd worden naar minimaal energielabel C voor 2030. In 2050 moeten alle woningen en utiliteitsgebouwen klimaatneutraal zijn.

De belangrijkste doelstellingen uit het Programma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving waar het MMIP aan bijdraagt zijn als volgt:

- Isoleren van 2,5 miljoen woningen met nadruk op uitfaseren slechte labels (D, E, F en G): 1,5 miljoen koopwoningen en 1 miljoen huurwoningen worden geïsoleerd tot minimaal de Standaard voor woningisolatie;
- Uitfaseren slechte labels in de utiliteitsbouw: Voor 2027 verduurzamen van de 15% gebouwen met slechtste energieprestatie, energielabel G conform de nieuwe labelclassificatie tot minimaal energielabel C (60.000 gebouwen). Voor 2030 verduurzamen van gebouwen met energielabel F conform de nieuwe labelclassificatie tot minimaal energielabel C (60.000 gebouwen);
- Verlagen van de milieu-impact van energierenovaties tot een MPG van <0,5 door inzetten op circulaire principes als het reduceren van gebruik van schaarse- en energie-intensieve materialen en levensduurverlenging;
- Minimaal 20% van het lokale energiegebruik wordt binnen de gebouwde omgeving duurzaam opgewekt.

#### *Deelprogramma's en fasering*

Er wordt vanuit verschillende routes aan deze doelstellingen gewerkt. Daarvoor zijn vier deelprogramma's geformuleerd die elk aan deze doelstellingen bijdragen. De deelprogramma's zijn:

- 1. Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten voor woningen en utiliteitsgebouwen**
- 2. Industrialisatie van het verduurzamingsproces**
- 3. Digitalisering van het verduurzamingsproces**
- 4. Een inclusieve en aantrekkelijke energietransitie gebouwde omgeving**

Er worden betaalbare en aantrekkelijke verduurzamingsconcepten ontwikkeld voor belangrijke gebouwtypen (arrangementen), met een focus op gebouwen of gebouwtypen die een groot deel van de CO<sub>2</sub>-uitstoot veroorzaken. De industrialisatie en digitalisering van het productie-, (ver)bouw- en installatieproces is nodig om de gewenste uitvoeringscapaciteit te bereiken en verdere kostenreductie te realiseren. Ook moeten de technische en procesmatige innovaties aansluiten bij maatschappelijke aspecten en sociale opgaven. Met deze arrangementen, opschaling en aandacht voor de gebruiker kan een efficiencyverbetering worden bereikt, die in 2030 leidt tot lagere systeemkosten. Zo wordt verduurzamen binnen korte termijn goedkoper, makkelijker en aantrekkelijker.

In de tabel staan kennis- en innovatievraagstukken per deelprogramma weergegeven.

## Deelprogramma 1: Ontwikkeling van integrale verduurzamingsconcepten voor woningen en utiliteitsgebouwen

Onderwerp	Verduurzamingsconcepten voor belangrijke gebouwtypen (aanbodontwikkeling)	Verminderen milieu impact van verduurzamingsconcepten
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Ontwikkeling en opschaling van integrale verduurzamingsconcepten naar de eindnorm, voor 70% van de bouwvoorraad	Alle ontwikkelde verduurzamingsconcepten in 2030 voldoen aan de eindnorm betreft MPG en/of MEPG-score
	Verduurzamingsconcepten voldoen minimaal aan binnenklimaatlabel C	Financieel-juridische oplossing voor circulaire verduurzamingsconcepten beschikbaar in 2025
	Voor alle gebouwtypen is een technisch toepasbaar BIPV(T)-systeem beschikbaar	

## Deelprogramma 2: Industrialisatie van het verduurzamingsproces

Onderwerp	Prefabricage en robotisering (productinnovatie)	Procesinnovatie in de keten van bouwverduurzaming
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Gestandaardiseerd en fabrieksmatig ontwerp - en productieproces beschikbaar voor de sector voor 40-60% van de gebouwen in 2030	Logistieke afstemming door de keten geoptimaliseerd
	Realisering 20% kostenefficiency verhoging t.o.v. 2019 van geïndustrialiseerde bouw- en installatieprocessen in 2030	20-40% besparing in 2030 op initiële investeringskosten t.o.v. autonome kostenontwikkeling (peildatum: 2019) incl. kosten energiesysteem, overhead en klantbegeleiding door de gehele realisatieketen
	Vergroten uitwisselbaarheid producten door standaardisatie en normalisatie	

## Deelprogramma 3: Digitalisering van het verduurzamingsproces

Onderwerp	Digitalisering van verduurzamingsprocessen	Monitoring, slimme aansturing en meetprojecten
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Tools commercieel beschikbaar in 2027 voor digitale opnames en uitwisseling van gebouwgegevens (off-site en on-site in de gehele keten)	Validatie en verbeteren verduurzamingsconcepten door gebruik van data
	20% meer conversie en 20% hogere klanttevredenheid t.o.v. 2023 van beslissingsondersteuningstools voor configuratie van verduurzamingsconcepten in 2030	Nieuwe generatie GBS- en HEMS-systemen commercieel beschikbaar in 2030
	Vergroten uitwisselbaarheid producten door standaardisatie en normalisatie	Voorkomen van piekbelasting van de elektriciteitsinfrastructuur

## Deelprogramma 4: Een inclusieve en gedragen energietransitie gebouwde omgeving

Onderwerp	Op maat aansluiten bij eigenaren en gebruikers	Een integrale verduurzamingsaanpak via klantreis, wijkreis of op gebiedsniveau
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	In 2028 zijn er meerdere processen geïmplementeerd voor het Nationaal Isolatie Programma, waaruit verbouwstromen zijn ontstaan die tot stand zijn gekomen met participatie van eigenaren en gebruikers	Meerdere dienstverleners bieden een gestroomlijnde klantreis voor woning- en gebouweigenaren, met 20% meer conversie en 20% hogere klanttevredenheid t.o.v. 2023, waarbij individuele en collectieve routers op elkaar zijn afgestemd
		Gestroomlijnde transitie voor alle schakels in de keten
		Nieuwe vormen van eigenaarschap en financiering ontwikkeld

## Positionering

### Kennispositie Nederland

Er is veel aandacht in de samenleving voor het verduurzamen van de gebouwde omgeving, maar Nederland ligt nog niet op koers om de genoemde doelstellingen te behalen. Wil Nederland haar klimaatdoelstellingen voor 2050 halen dan is het zaak om ruim voor 2030 de opschaling op gang te hebben. Er worden op dit moment onvoldoende woningen en gebouwen van het aardgas afgehaald en zijn er nog veel woningen en gebouwen met E-, F- en G-labels. Een ingrijpende en samenhangende aanpak van woningen is nodig om het gewenste effect te realiseren en om gezonde, comfortabele, woningen en gebouwen te realiseren. Innovatiebeleid moet meer sturen op gezondheids- en comfortprestaties om de kwaliteit van woningen en gebouwen te verbeteren. Verder is de Wijkaanpak een lastige opgave gebleken. Deze gebiedsgerichte aanpak vraagt nog om financiële, sociale en juridische innovaties.

Qua technologische innovatie zijn in de afgelopen jaren verschillende geïndustrialiseerde verduurzamingsconcepten voor grondgebonden woningen ontwikkeld. Er zijn verschillende fabrieken opgezet waarin prefab bouwdelen worden ontwikkeld. Nederland loopt hierin voorop en vanuit het buitenland wordt met veel interesse gekeken naar de Nederlandse ontwikkelingen op dit gebied. De opschaling van de toepassing van industriële verduurzamingsconcepten blijft echter achter.

Daarnaast moeten innovatieprogramma's en –regelingen zich ook richten op 1) sociale aspecten en procesinnovatie bij aanbieders, 2) de milieu-impact en circulariteit van verduurzamingsconcepten, en 3) het organiseren van uniforme, voorspelbare en continue verbouwstromen.

Op het gebied van digitalisering zijn extra inspanningen nodig. Met de opkomst van o.a. het digitaal stelsel Gebouwde Omgeving, het Landelijk Digitaal Platform en de Renovatieverkenner wordt hier reeds aan gewerkt. Daarnaast verzamelen verschillende (commerciële) partijen gegevens over de gebouwde omgeving en bouwen intermediaire organisaties en aanbieders eigen platforms om hun processen te ondersteunen. Zonder inspanningen op dit vlak ontstaat een wirwar aan digitale platforms die de gebruikers eerder in verwarring brengt dan voor opschaling zorgt. Innovatiesubsidies moeten vragen om een hardere onderbouwing van productiviteitswinsten door digitalisering.

### Verschillen tussen deelsectoren

Particuliere woningeigenaren zijn de lastigste doelgroep wegens het grote aantal en diversiteit en de (veelal) beperkte financiële middelen/ bereidheid tot investeren. Partijen die actief zijn in de particuliere markt moeten worden uitgedaagd oplossingen te ontwikkelen die particulieren verleiden hun woning verregaand te verduurzamen. Het leveren van een betaalbare, financierbare en kwalitatief goede oplossing voor verduurzamingsmaatregelen is hierbij essentieel.

Voor woningcorporaties zijn in voldoende mate innovatieve technische oplossingen beschikbaar. Er zou meer nadruk moeten liggen op versnelling van de toepassing van de beschikbare verduurzamingsconcepten en de samenwerkingsrelatie tussen de woningcorporatie, hun strategische partners en hun toeleveranciers. Appartementencomplexen zijn uitdagend omdat deze vaak een complexe eigendomsstructuur kennen via een VvE. Deze doelgroep verdient extra aandacht in innovatieprojecten.

Er is onvoldoende aandacht voor de verduurzaming van utiliteitsgebouwen. Om het energieverbruik te verlagen dient naar het totale energiegebruik, inclusief apparatuur en proces, te worden gekeken. Grote slagen kunnen met innovaties op dit vlak gemaakt worden. Meer data en inzicht in de utiliteitsbouw en de grote energieverbruiksposten binnen de sector en binnen gebouwen zal helpen

om deze versnelling tot stand te brengen. Daarnaast is, net als in de woning-huursector, het split incentive in de utiliteitsbouw een grote belemmering. Ook daar zullen innovaties gevonden moeten worden, door slimme samenwerkingsvormen, financieringsconstructies, prestatiegaranties etc.

De aanpak van de noodzakelijke verduurzaming naar het Eindhoven/ het Paris Proof niveau is in veel sectoren nog onbekend. Transitie maatregelen met een verregaande de renovatie en 'van-het-gas-af' zijn in veel sectoren namelijk een nieuw proces, ook qua budgettering. Ook vanuit het oogpunt van materiaalgebruik en de circulariteitsagenda zal een slimme aanpak met behoud en renovatie van bestaande structuren een grote milieuwinst opleveren. Er is behoefte aan voorbeelden van dit type renovaties met stappen- of componentsgewijze verduurzamingsaanpakken.

#### Samenhang met nationale en internationale programma's

Een gebalanceerde inzet van financiële middelen is nodig over de gehele innovatieketen, van funderend en toegepast onderzoek tot pilots en demo's. De rijksoverheid stimuleert innovatie met een combinatie van generiek R&D beleid, aangevuld met meer specifiek Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid. De instrumenten vallen onder auspiciën van verschillende organisaties (het ministerie van EZK, RVO, TKI Urban Energy, TNO en NWO). Sommige instrumenten richten zich op een breder domein dan alleen de gebouwde omgeving of zelfs de energiesector.

Er is een duidelijke relatie tussen MMIP 3 en de kennisagenda van het TKI Bouw en Techniek en de Vraaggestuurde Programma's (VP's) van TNO. Deze kennisagenda's worden in onderlinge samenhang ontwikkeld. Deze afstemming vindt plaats door deelname van deze partijen in het Programma Advies College, het halfjaarlijks overleg tussen TNO en BZK en kwartaaloverleg tussen TKI Urban Energy en TNO.

Het Nationaal Groeifonds biedt additionele middelen voor projecten die bijdragen aan duurzame economische groei voor de lange termijn, welke niet goed landen binnen het bestaande instrumentarium van de overheid. In 2022 is er ruim € 350 mln euro toegekend en gereserveerd voor het Nationaal Groeifonds Toekomstbestendige Leefomgeving dat (ten dele) gericht zijn op de verduurzaming van de gebouwde omgeving.

Dit aanbod van nationale regelingen wordt aangevuld door diverse lokale, regionale en Europese regelingen, zoals Horizon Europe, ERA-net, INTERREG en de MIT-regeling. Het organiserend vermogen van de Topsector Energie richt zich in toenemende mate ook op deze instrumenten.

#### Strategie internationaal

Wat betreft innovatiesubsidies, valt er nog veel uit Europa te halen voor Nederlandse innovators. Er zijn veel Europese subsidies beschikbaar voor onderzoek en innovatie voor het verduurzamen van woningen en gebouwen. Over het algemeen weten Nederlandse kennisinstellingen en bedrijven de beschikbare subsidies nog niet goed te vinden. Belangrijke partners voor kennisinstellingen, bedrijven en overheden binnen Europa zitten onder meer in Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, België, Frankrijk, Noorwegen, Denemarken, Zwitserland en Oostenrijk.

Internationaal is er veel belangstelling voor de geïndustrialiseerde bouwproductie zoals die de afgelopen jaren in Nederland is ontstaan. Voor de industriële bouwpartijen is met name Duitsland een interessante afzetmarkt. Tegelijkertijd is toegang tot deze markt lastig, deze blijkt erg gesloten te zijn. Een rol als toeleverancier of technologieprovider (o.b.v. licenties) wordt door veel van deze partijen onderzocht. Met INDU ZERO, een project in het kader van het INTERREG programma, heeft Nederland zich internationaal op de kaart gezet. Het grootste exportpotentieel van ontwikkelde diensten en producten lijkt voornamelijk in buurlanden te liggen zoals Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en België.

Op het gebied van slimme gebouwbeheerssystemen (GBS) is er veel Europese samenwerking. Nederland is goed vertegenwoordigd in Europese projecten op dit gebied en heeft mede daardoor state-of-the-art kennis en technologie op dit gebied (bijvoorbeeld als 'subtask leader' van de annex 81 van de IEA).

#### *Innovatiesysteem en consortiumvorming*

Sinds 2019 zijn onder de vlag van TKI Urban Energy verschillende versnellings- en opschalingsprogramma's opgestart die gericht zijn op een aantal specifieke doelgroepen. Sinds 2019 loopt het door TKI Urban Energy en CLICKNL geïnitieerde programma Uptempo!, waarin op gestructureerde wijze aanbiedende en vragende partijen met elkaar worden verbonden voor de verduurzaming van woningen en ander vastgoed. Sinds 2022 is TKI Urban Energy de penvoerder van het programma Verbouwstromen, gericht waarin wordt samengewerkt met TKI Bouw & Techniek, Bouwcampus en Stroomversnelling. In 2022 is bovendien het Programma Verduurzaming Bedrijventerreinen gestart. Daarnaast wordt met Mensen Maken de Transitie gewerkt aan het vormgeven van de Isolatie Coalitie, waarin isolerende partijen gezamenlijk werken aan versnelling van het verduurzamingsproces.

#### **MMIP 4 - Duurzame warmte en koude**

##### *Doelstellingen*

MMIP<sub>4</sub> heeft als doel om een competitief en aantrekkelijk aardgasvrij aanbod voor eindgebruikers in de bestaande woningbouw, utiliteitsbouw en glastuinbouw te ontwikkelen en vervolgens op te schalen. Dit aanbod bestaat onder meer uit de ontwikkeling van een nieuwe generatie apparaten en systemen voor verwarmen, koelen en warm tapwaterbereiding in de bestaande bouw. Die systemen moeten qua omvang, comfort (geluid, thermisch, klimatisering), inpasbaarheid en betaalbaarheid zodanig afgestemd zijn op de gebruikers, dat zij tijdig de eigen verwarming overzetten naar aardgasvrij. Systemen moeten ook in onderlinge samenhang met andere individuele en collectieve systemen en renovatieconcepten worden ontwikkeld. Daarnaast moeten systemen ontwikkeld worden met oog voor opschaling, uitvoerbaarheid, beschikbaarheid van (geschoold) personeel (Human Capital Agenda), digitalisering, flexibiliteit voor het elektriciteitsnet, circulariteit en materiaalgebruik.

##### *Deelprogramma's en fasering*

Er wordt vanuit verschillende routes aan de bovenstaande doelstellingen gewerkt. Daarvoor zijn zeven deelprogramma's geformuleerd die elk aan deze doelstellingen bijdragen. De deelprogramma's zijn:

- 1. Warmtepompen**
- 2. Afgifte-, tapwater en ventilatiesystemen**
- 3. Kleinschalige warmteopslag**
- 4. Duurzame warmte- en koudenetten**
- 5. Grootschalige warmteopslag**
- 6. Geothermie**
- 7. Lage temperatuur warmtebronnen**

Deelprogramma's 1 tot en met 3 kunnen gezien worden als deelcomponenten voor individuele gebouwoplossingen en deelprogramma's 4 tot en met 7 als deelcomponenten voor collectieve gebiedsoplossingen. Echter vraagt de warmtetransitie om de ontwikkeling van integrale systeemconcepten met deelcomponenten uit meerdere of alle deelprogramma's. Het ontwikkelen van systeemconcepten met verschillende gebouw-, gebiedsoplossingen, warmtebronnen en

organisatievormen wordt steeds belangrijker om de doelen van een CO<sub>2</sub>-vrije gebouwde omgeving in 2050 te realiseren.

De ambities en activiteiten per deelprogramma zijn weergegeven in de onderstaande tabel. Daarnaast wordt er een planning gegeven van deze activiteiten en de huidige TRL-niveau waar de innovaties van deze activiteiten zich in bevinden. Een deel van de innovatieopgaves benoemt in dit innovatieprogramma wordt opgepakt in innovatieprojecten.

### Deelprogramma 1: Warmtepompen

Onderwerp	Compressiewarmte-pompsystemen met natuurlijke koudemiddelen	Plug-n-play	Opvolgers conventionele compressiewarmte-pompsystemen
<b>Doel</b>	Voor 2026 is er voor elke grondgebonden woning een maatschappelijk acceptabel (hybride) compressiewarmtepomp met natuurlijk koudemiddel beschikbaar. In 2030 is er voor elk gebouwtype een circulair ontworpen compressiewarmtepomp met natuurlijk koudemiddel beschikbaar.	In 2026 moet de gemiddelde installatietijd gehalveerd zijn t.o.v. 2021. In 2030 moet deze gemiddelde installatietijd 65% lager t.o.v. 2021 zijn.	Voor 2030 moet er ten minste een nieuw warmtepomptype succesvol op de markt gelanceerd zijn.
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	Systeemkosten verlagen: productie-, aanschaf-, installatie-, en onderhoudskosten Geluidsproductie verlagen Rendementen verhogen: verwarming, warm tapwater en koeling Compacter maken van warmtepompsystemen Versimpelen en versnellen van het installatieproces met gebouwintegratie en plug-n-play concepten Focus op doorontwikkelen van concepten met natuurlijke koudemiddelen Verbeteren van de circulariteitsprestaties (met name embodied carbon en mogelijke terugwinning van materialen bij einde levensduur)		
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	(Door)ontwikkelen van circulaire, geoptimaliseerde compressiewarmtepompconcepten met natuurlijk koudemiddelen in relatie tot andere systeemcomponenten als de cv-ketel (hybride), warmteopslag, warmteafgiftesysteem, tapwater, ventilatie, lage temperatuur warmtebronnen en/of (zeer) lage temperatuur warmte- en koudenet (bronnet). Met een maatschappelijk acceptabel optimum van prijs, energieverbruik, geluid, ruimtegebruik en esthetiek.	(Door)ontwikkelen van compactere, plug-n-play en/of gebouw geïntegreerde (hybride) warmtepompconcepten zodat ze eenvoudig en met minder menskracht te installeren en onderhouden zijn.	(Door)ontwikkelen en demonstreren van technologische opvolgers van conventionele compressiewarmtepompsystemen, zoals bijvoorbeeld thermo-akoestische, free-piston Stirling motor, magneto-calorische en ad/absorptie warmtepompen die circulairder, efficiënter, goedkoper, stiller en/of compacter zijn.

### Deelprogramma 2: Afgifte- tapwater- en ventilatiesystemen

Onderwerp	Warmte-koude concepten	Gebouw geïntegreerde deelcomponenten	Legionellaveilige tapwatersystemen
<b>Doel</b>	In 2030 is er voor elk energie-renovatieproject tenminste een maatschappelijk acceptabel, circulair, gestandaardiseerd, energetisch geoptimaliseerd installatieconcept beschikbaar.	In 2030 zijn op elkaar afgestemde componenten beschikbaar om de doelstelling van activiteit 1 te bereiken.	In 2026 ten minste drie demonstraties van nieuwe ZLT of LT-warmtenetten en in 2030 minimaal één bestaand warmtenet dat naar LT is teruggebracht i.c.m. een legionellaveilige tapwateroplossing.
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	Systeemkosten verlagen: productie-, aanschaf-, installatie-, en onderhoudskosten Efficiëntie verbeteren van lage temperatuur afgiftesystemen voor ruimteverwarming en -koeling, legionellaveilige tapwatersystemen en ventilatiesystemen beide met WTW. Geluidsproductie verlagen		

	Versimpelen en versnellen van het installatieproces met gebouwintegratie en plug-n-play concepten Verbeteren van de circulariteitsprestaties (met name embodied carbon en mogelijke terugwinning van materialen bij einde levensduur)		
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	(Door)ontwikkelen van goedkopere, energetisch geoptimaliseerde warmte-koudeconcepten voor gebouwen met op elkaar afgestemde lage temperatuurafgifte voor ruimteverwarming en -koeling, warmtapwatersystemen (met warmteterugwinning) en (kook)ventilatiesystemen (met warmteterugwinning). Met een maatschappelijk acceptabel optimum van prijs, energieverbruik, geluid, ruimtegebruik, esthetiek, comfort en binnen gezondheidseisen.	(Door)ontwikkelen van circulaire, stillere, esthetisch aantrekkelijkere, compactere en/of gebouwgeïntegreerde deelcomponenten voor afgifte-, tapwater- en ventilatiesystemen die eenvoudig te installeren en te onderhouden zijn..	(Door)ontwikkelen van energie-efficiënte, compacte, circulaire en bewezen legionellaveilig tapwatersystemen in combinatie met (Z)LT-warmtenetten.

### Deelprogramma 3: Kleinschalige warmte-opslag systemen

Onderwerp	Warmte- en PCM warmteopslag systemen	TCM-opslag systemen	Systeemintegratie kleinschalige warmteopslag	Compactere opslagsystemen met capaciteit
<b>Doel</b>	Voor 2030 ten minste drie concepten op de markt met 25-50% lagere kostprijs dan in 2022	Voor 2030 ten minste een TCM-warmteopslag-systeem voor een woning op de markt verkrijgbaar.	Voor 2030 zijn er geoptimaliseerde concepten op de markt beschikbaar waarbij warmteopslag in woningen wordt aangestuurd o.b.v. beschikbare hernieuwbare energie en in balans met het elektriciteitsnet.	In 2030 ten minste een nieuw warmteopslag-concept in ontwikkeling dat t.z.t. in potentie kan concurreren met bestaande technieken.
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	Producten en de systeemintegratie optimaliseren van voelbare warmte en PCM-opslagsystemen Demonstreren en implementeren van TCM-opslagsystemen die goedkoop en met gegarandeerde prestatie op industriële schaal geproduceerd kunnen worden Systeemkosten verlagen: productie-, aanschaf-, installatie-, en onderhoudskosten Rendementen van opslagsystemen verhogen: minder warmteverliezen en hogere efficiency Versimpelen en versnellen van het installatieproces met gebouwintegratie en plug-n-play concepten Verbeteren van de circulariteitsprestaties (met name embodied carbon en mogelijke terugwinning van materialen bij einde levensduur)			
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	(Door)ontwikkelen van goedkopere, energetisch geoptimaliseerde, circulaire voelbare warmte- en (latente) PCM-warmteopslagsystemen	(Door)ontwikkelen van TCM-opslagsystemen door materiaal optimalisatie en het verbeteren van (gegarandeerde) mechanische stabiliteit. Inclusief het (door)ontwikkelen van goedkopere, grootschalige, circulaire productieprocessen zodat TCM's snel geïmplementeerd kunnen worden zodra de technologie succesvol is gedemonstreerd.	Identificeren van optimale configuratie(s) voor systeemintegratie van kleinschalige warmteopslag in het lokale en centrale energiesysteem en het ontwikkelen van regelstrategieën voor deze configuraties.	(Door)ontwikkelen en demonstreren van nieuwe, goedkopere, efficiëntere, circulaire en/of compactere opslagsystemen met een (mogelijk) grotere capaciteit zoals opslag met redox principes of voelbare warmteopslag in bijvoorbeeld olie, steen, metalen, vloeibaar cement of andere materialen.

#### Deelprogramma 4: Duurzame warmte- en koudenetten

Onderwerp	Zeer lage temperatuur warmtenetten	Governance	Onderhouds methoden	Efficiëntie	Standardisatie
<b>Doel</b>	In 2026 ten minste drie demonstraties van nieuwe ZLT-warmtenetten (> 500 weq) en in 2030 minimaal één bestaand MT/HT-warmtenet dat naar LT is teruggebracht. Voor 2030 ten minste nieuwe demonstraties met: Gelijktijdig verwarmen en koelen, bidirectionele afleversets (incl. zonthermische invoeding per woning), multi-bronnen (> 4) en/of flexibele stooklijn.	In 2025 moeten er ten minste twee nieuwe publiek/private gestandaardiseerde, organisatievorm en zijn.	Voor 2030 moet de aanlegtijd van transport- en distributieleiding en 25% lager zijn en de gebouw-aansluitingstijd 50% lager zijn t.o.v. 2022..	Ten minste drie demonstraties in bestaande warmtenetten waarbij ten minste 10% efficiëntie wordt gewonnen..	Voor 2026 ten minste twee gestandaardiseerde tools die door alle stakeholders (keten-geïntegreerd) voor het volledige ontwikkelings- en optimalisatieproces gebruikt kan worden.
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	<p>Demonstreren en energetisch optimaliseren van (zeer) lage temperatuur warmte- en koudenetten met meerdere configuraties, meer in samenhang met de evolutie van de woningvoorraad, (meerdere) lage temperatuur warmtebronnen en nieuwe vormen van governance.</p> <p>Doorontwikkelen van warmte- en koudenetten met mogelijkheden voor gelijktijdige warmte- en koudelevering</p> <p>De onrendabele top van (zeer) lage temperatuur warmte- en koudenetten verlagen.</p> <p>De efficiëntie van (zeer) lage temperatuur warmte- en koudenetten verbeteren.</p> <p>Aanlegprocessen voor warmte- en koudenetten versnellen en wijkoverlast verminderen.</p> <p>Toepasbaarheid vergroten en kwaliteit verbeteren van keuzetools, ontwerpprocessen, uitrolmodellen en bronnenstrategie voor warmte- en koudenetten</p> <p>Verbeteren van de circulariteitsprestaties (met name embodied carbon en mogelijke terugwinning van materialen bij einde levensduur</p>				
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	(Door)ontwikkelen en demonstreren van goedkopere, energetisch geoptimaliseerde, circulaire configuraties van (zeer) lage temperatuur warmte- en koudenetten met gedistribueerde warmtebronnen (multi-bronnen), rekening houdend met de evolutie van de woningvoorraad (bijv. isolatie richting de Standaard) en geïntegreerd met installaties achter de voordeur. Optimalisatie houdt onder andere in: vraag- en aanbodsturing van de warmte- én (toenemende) koudevraag, gelijktijdig verwarmen en koelen, onderling uitwisseling op gebiedsniveau, opslag, regelstrategieën en piekoplossingen voor kostenreductie.	(Door)ontwikkelen en demonstreren van nieuwe governance en organisatievormen met verdienmodellen voor (verschillende) partijen die ook het maatschappelijk draagvlak voor (zeer) lage temperatuur warmte- en koudenetten vergroten.	(Door)ontwikkelen van goedkopere, snellere en minder overlast gevende aanleg- en onderhoudsmethoden voor (zeer) lage temperatuur warmte- en koudenetten..	(Door)ontwikkelen van methodes en technieken om warmteverliezen te verminderen en efficiëntie voor warmtetransport en -afgifte te verhogen.	(Door)ontwikkelen van keuzetools, ontwerpprocessen en (modulaire, flexibele) uitrolmodellen die de doorlooptijd van warmtenetprojecten verminderen en de toekomstbestendigheid en (energie)flexibiliteit van het systeem verbeteren.



## Deelprogramma 5: Grootschalige warmte-opslag systemen

Onderwerp	Warmte- en PCM warmteopslag systemen	TCM-opslag systemen	Systeemintegratie kleinschalige warmteopslag	Compactere opslagsystemen met capaciteit
<b>Doel</b>	Voor 2030 ten minste drie demonstraties van ten minste 5 TJ warmteopslag in bestaande warmtenetten.	Voor 2026 ten minste drie nieuwe demonstraties van hogetemperatuur warmteopslag in aquifers..	Voor 2030 ten minste een demonstratie op schaal in een warmtenet.	Voor 2030 ten minste een demonstratie op schaal in een warmtenet..
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	<p>Demonstreren en systeemintegratie verbeteren van grootschalige warmteopslagsystemen</p> <p>Systeemkosten verlagen: productie-, investering-, aanleg-, en onderhoudskosten</p> <p>Systeemrendementen verbeteren</p> <p>Ruimtegebruik van grootschalige warmteopslagsystemen verbeteren</p> <p>Verbeteren van de circulariteitsprestaties (met name embodied carbon en mogelijke terugwinning van materialen bij einde levensduur)</p>			
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	(Door)ontwikkelen en demonstreren van systemen met voelbare warmteopslag in water en andere materialen en verbeterde systeemintegratie met (kleinschalige) midden- en (zeer) lage temperatuur warmte- en koudenetten.	(Door)ontwikkelen en demonstreren van warmteopslagsystemen in aquifers en verbeterde systeemintegratie met midden- en (zeer) lage temperatuur warmte- en koudenetten.	(Door)ontwikkelen en demonstreren van grootschalige PCM-warmteopslagsystemen die goedkoper, efficiënter, meer circulair en/of compacter zijn dan grootschalige systemen met voelbare warmteopslag.	(Door)ontwikkelen en demonstreren van grootschalige TCM-warmteopslagsystemen, inclusief transportmogelijkheden die leiden tot goedkopere, efficiëntere, meer circulaire en/of compactere systemen in vergelijking met systemen met voelbare warmteopslag.

## Deelprogramma 6: Geothermie

Onderwerp	Doublet geothermie-concepten	Voorkomen misboringen	Vernieuwende geothermiesystemen
<b>Doel</b>	Voor 2030 ten minste vijf demonstraties in de gebouwde omgeving van vernieuwende geothermie-systemen (excl. glastuinbouw).	Voor 2030 is er ten minste een demonstratie van een 25% goedkopere methode (t.o.v. 2022) om misboringen (vrijwel) te voorkomen.	Voor 2030 demonstratie van ten minste drie nieuwe geothermie-systeemtypes.
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	<p>Demonstreren en systeemintegratie verbeteren van ondiepe en diepe geothermiesystemen</p> <p>Systeemkosten voor geothermie verlagen: exploratie-, investering-, aanleg-, installatie-, operatie- en onderhoudskosten.</p> <p>De toepassing van geothermiesystemen versnellen en opschalen.</p> <p>De efficiëntie en broeikasgas uitstoot van geothermiesystemen verbeteren.</p> <p>Ruimtegebruik van geothermiesystemen verminderen.</p> <p>Verbeteren van de circulariteitsprestaties (met name embodied carbon en mogelijke terugwinning van materialen bij einde levensduur)</p>		
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	(Door)ontwikkelen en demonstreren van (huidig) toegepaste doublet geothermieconcepten op ondiepe en diepe schaal in combinatie met glastuinbouw en warmte- en koudenetten en met oog voor het verbeteren en optimaliseren van: kosten, efficiëntie, broeikasgas uitstoot, ruimtegebruik, circulariteit, het gebruik van play-based portfoliobenaderingen, bronduur, project doorlooptijd en het nuttig inzetten van de bijvangst van geothermisch water.	(Door)ontwikkelen van nieuwe/goedkopere technieken en methoden om de ondergrond in kaart te brengen en daarmee projectrisico's en aanverwante kosten te verlagen	(Door)ontwikkelen en demonstreren van nieuwe geothermiesystemen die goedkoper, efficiënter, (on)dieper, emissiearm, veiliger, circulaire, compacter (bovengronds), succesvoller en sneller geïmplementeerd kunnen worden dan gangbare doublet geothermiesystemen in relatie tot de gebouwde omgeving (zoals horizontale en closed loop systemen).

## Deelprogramma 7: Lage temperatuur warmte-bronnen

Onderwerp	Warmte- en PCM warmteopslag systemen	TCM-opslag systemen	Systeemintegratie kleinschalige warmteopslag	Compactere opslagsystemen met capaciteit
<b>Doel</b>	Voor 2030 een kostenverlaging van 20% t.o.v. 2020 realiseren door innovatieve techniek, standaardisatie en opschaling.	Voor 2030 een kostenverlaging van 20% t.o.v. 2020 realiseren door innovatieve techniek, standaardisatie en opschaling.	Voor 2030 een kostenverlaging van 20% t.o.v. 2020 realiseren door innovatieve techniek, standaardisatie en opschaling.	Voor 2030 een kostenverlaging van 20% t.o.v. 2020 realiseren door innovatieve techniek, standaardisatie en opschaling.
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	Systeemkosten voor lage temperatuur warmtebronnen verlagen: productie-, investering-, aanleg-, installatie-, en onderhoudskosten Systeemintegratie verbeteren van lage temperatuur warmtebronnen in (gecombineerde) individuele en collectieve warmtesystemen Verbeteren van de circulariteitsprestaties (met name embodied carbon en mogelijke terugwinning van materialen bij einde levensduur)			
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	(Door)ontwikkelen en demonstreren van bodemwarmtebronnen voor individuele en (kleine) collectieve systemen met oog voor kostenverlaging, opschaling, versnelling, systeemintegratie, circulariteit en lagere milieueffecten.	(Door)ontwikkelen en demonstreren van aquathermie-warmtebronnen voor individuele en (kleine) collectieve systemen met oog voor kostenverlaging, opschaling, versnelling, systeemintegratie, circulariteit en lagere milieueffecten.	(Door)ontwikkelen en demonstreren van zonthermie-warmtebronnen voor individuele en (kleine) collectieve systemen met oog voor kostenverlaging, opschaling, versnelling, systeemintegratie en circulariteit.	(Door)ontwikkelen en demonstreren van de uitkoppeling van industriële en binnenstedelijke restwarmte- en koudebronnen voor verwarmen van gebouwen en invoeding in (kleine) collectieve systemen gericht op inpassing, kostenverlaging, opschaling, circulariteit en systeemintegratie.

### Positionering

Op de thema's van MMIP<sub>4</sub> is een brede verscheidenheid aan stakeholders actief. En bestaat uit een groot innovatie-ecosysteem (> 200 partijen) op het domein van MMIP<sub>4</sub>. Binnen het domein van warmte- en koude is enigszins sprake van 'aparte' sub-ecosystemen voor individuele en collectieve verduurzamingsroutes. Maar in het energiesysteem van de toekomst vervagen deze zuilen en is er steeds meer sprake van geïntegreerde, synergetische verduurzamingsroutes met zowel individuele als collectieve aspecten. Zulke geïntegreerde verduurzamingsroutes hebben voordelen op het gebied van energie-efficiëntie, (warmte)leveringszekerheid (over de seizoenen heen doormiddel van energieopslag), flexibiliteitspotentieel ten opzichte van het elektriciteitsnet en meer. Voor het behalen van de klimaatdoelstellingen is het dus belangrijk om de ontwikkeling van deze geïntegreerde verduurzamingsroutes te stimuleren en te ondersteunen. Door de veranderingen richting geïntegreerde verduurzamingsroutes ontstaan er nieuwe rollen voor zowel 'oude' als nieuwe stakeholders (zie laatste afbeelding in dit hoofdstuk). De vraag naar deze nieuwe rollen biedt veel kansen voor open toegang en markttoetreding van nieuwe, innovatieve partijen. En voor coalitievorming tussen partijen om geïntegreerde energie-renovatiepakketten aan te kunnen bieden.

Ten opzichte van thema's als elektriciteit en waterstof heeft warmte/koude vooralsnog een ondergeschikte rol. En dat terwijl het finale energiegebruik voor 60% uit warmte en koude bestaat. Daarnaast speelt in de gebouwde omgeving nog dat dominant is ingezet op 'aardgasvrij' maken en dat klimaatadaptatie beter kan worden geadresseerd. Met het MMIP<sub>4</sub>-programma wordt op beide thema's ingezet zodat er meer gewerkt wordt aan toekomst vaste innovaties.

Met de 2026 normering voor ruimteverwarming in het vooruitzicht is de warmtepompbranche (fabrikanten en installateurs) in actie gekomen. Fabrieken in Nederland worden opgeschaald en vele

nieuwe producten komen op de markt. De grootste en meest innovatieve installateurs hebben zich verenigd in TDI500 en werken aan concrete oplossingen om de opschaling voor elkaar te krijgen. Diverse warmteopslagsystemen worden gedemonstreerd of zijn al geïntroduceerd op de markt, maar hebben nog last van het ontbreken van financiële prikkels. Een herijkte innovatieroadmap en internationaal assessment gaan helpen om de kansen en knelpunten inzichtelijk te maken en focus te creëren.

Ten aanzien van de opschaling van warmtenetten hebben bestuurlijke veranderingen eerder voor vertraging gezorgd en heeft de markt nog geen zicht op een grote orderstroom. Mede hierdoor en diverse andere redenen komen innovatieve en nieuwe generaties warmtenetten maar beperkt tot ontwikkeling. Hier wordt de komende jaren vanuit MMIP<sub>4</sub> dan ook extra op ingezet. Er wordt intensief samengewerkt tussen EZK, BZK, NPLW, NWN, RVO, Energie Samen en TKIUE/Uptempo om innovatie en opschaling met elkaar in lijn te brengen. Er wordt nauw samengewerkt met marktpartijen en kennisinstellingen om samenwerking, innovatie en opschaling te stimuleren.

Internationaal is Nederland in vele innovatienetwerken actief en wordt actief gewerkt aan het ophalen en delen van kennis. Door de globalisering van veel van de innovatieve ontwikkelingen wordt het belangrijker om gericht te kiezen waar het Nederlandse innovatiebeleid op zou moeten inzetten. Om dit goed te kunnen doen is Nederland actief in vele internationale programma's en wordt zo voeling met de internationale markt gehouden. Een goed recent voorbeeld is dat Nederland recent actief geworden is in de District Heating & Cooling IEA Annex. Een uitgebreider overzicht is te vinden in het MMIP<sub>4</sub> programma.

## MMIP 5 - Elektrificatie van het energiesysteem in de gebouwde omgeving

### *Doelstellingen*

In MMIP 5 ligt de nadruk op de elektriciteitsvoorziening in de gebouwde omgeving. Het elektriciteitssysteem komt door de energietransitie langzaam maar zeker onder druk te staan. Er zijn systeeminnovaties nodig om de gedistribueerde opwekking van elektriciteit te faciliteren, om pieken en dalen af te vlakken, om vraag en aanbod beter met elkaar in evenwicht te brengen en om slimmer om te gaan met elektriciteit en via conversie met andere energiedragers en -infrastructuren te verbinden. Zonder systeeminnovaties loopt de energietransitie tegen grenzen aan, zoals de fysieke en financiële grenzen van netuitbreiding, grenzen aan de leveringszekerheid en aan de betaalbaarheid van het elektriciteitssysteem.

Er zit een enorme potentie in het ontsluiten energieflexibiliteit in de gebouwde omgeving. In de studie 2030, Demand side flexibility; Quantification of benefits in the EU (DNV & SmartEn) zijn de voordelen van vraagsturing opgesomd: als we in de Europa de volledige potentie van 60 GW aan vraagsturing weten te realiseren dit €2,7 miljard zou besparen ten opzichte van het installeren van 60GW aan extra piekvermogen. Ook kan dit daarmee 37,5 miljoen ton aan CO<sub>2</sub> besparen in de energiesector.

De energietransitie brengt een verandering teweeg in de wijze waarop het energiesysteem is georganiseerd en de baten en lasten van de energietransitie in de gebouwde omgeving vorm krijgen. Het nieuwe energiesysteem zal organisatorisch en institutioneel een meer bottom-up karakter krijgen. Het is belangrijk dat het nieuwe energiesysteem niet alleen technisch en economisch haalbaar is, maar dat ze ook breed geaccepteerd wordt in de maatschappij. Het is daarom ook van belang dat het nieuwe energiesysteem wordt vormgegeven vanuit relevante publieke waarden, zodat een werkelijk eerlijke, inclusieve en democratisch bestuurbare energiemarkt ontstaat.

Dit MMIP biedt handvatten om met focus te werken aan die innovatiethema's die nodig zijn om de tussendoelen uit het Klimaatakkoord mogelijk te maken.

Dit MMIP werkt aan drie doelstellingen:

1. Opschaalbare oplossingen voor het faciliteren van een betrouwbaar, efficiënt, betaalbaar, slim, integraal en maatschappelijk gedragen systeem van opwek, opslag, conversie, transport en gebruik van elektriciteit in de gebouwde omgeving, met aandacht voor de lokale context, andere energiedragers in de gebouwde omgeving en de verbinding met het (inter)nationale energiesysteem.
2. Oplossingen die eindgebruikers (individueel en collectief) in staat stellen zelf vorm te geven aan en in te grijpen op de wijze waarop zij duurzaam voorzien in de eigen energiebehoefte, rekening houdend met de context van het (lokale) energiesysteem.
3. Het realiseren van de flexibele elektriciteitscapaciteit van en voor de gebouwde omgeving die in 2030 nodig zal zijn (inclusief elektriciteitsvraag voor transport in de gebouwde omgeving).

### Deelprogramma's en fasering

Er wordt vanuit verschillende routes aan deze doelstellingen gewerkt. Daarvoor zijn vijf deelprogramma's geformuleerd die elk aan deze drie doelstellingen bijdragen. De deelprogramma's zijn:

1. Elektrificatie op gebouwniveau
2. Elektrificatie van mobiliteit (cross-over)
3. Elektrificatie van wijken & bedrijventerreinen
4. Nieuwe kaders voor het elektriciteitssysteem van de gebouwde omgeving
5. Elektrische infrastructuur in de gebouwde omgeving

In de tabel zijn de kennis- en innovatievraagstukken per deelprogramma weergegeven.

#### Deelprogramma 1: Elektrificatie op gebouwniveau

Onderwerp	Slimme energie-diensten en flexibilisering van gebouwen	Technische bouwblokken voor energie-flexibiliteit in gebouwen
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Ontwikkelen en demonstreren van schaalbare slimme energiediensten voor woningen voor bedrijfsgebouwen, met oog voor wensen van diverse gebruikers, publieke waarden en gestandaardiseerde toegang tot data.	Brede implementatie van standaarden en protocollen om apparaten uit te lezen en aan te sturen (interoperabiliteit). Voor warmtepompen, elektrische boilers, opslagsystemen, laadpunten voor elektrisch vervoer en zon-PV <i>inverters</i> .
	Sociaal-maatschappelijk onderzoek naar ontwerpprincipes voor slimme energiediensten, met aandacht voor publieke perceptie en acceptatie, gedragsinterventies, multi-actor omgevingen, toegang tot data en behoud van autonomie.	Doorontwikkeling van Building Energy Management Systems (BEMS) en gebouwbeheersystemen (GBS), zodat deze via interfaces kunnen samenwerken of worden geïntegreerd in één systeem via open standaarden.
		(Door)ontwikkeling van vermogenselektronica waarmee apparaten (gezamenlijk) slim aangestuurd kunnen worden en veiligheidscomponenten die lekstromen, faseonbalans en negatieve beïnvloeding van Power Quality voorkomen.

#### Deelprogramma 2: Elektrificatie van mobiliteit (cross-over)

Onderwerp	Inpassing laadinfrastructuur in het energiesysteem	Mobiliteitshubs als energiehub
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Ontwikkeling en demonstratie van slim-ladendiensten en onderzoek/ontwikkeling bi-directioneel laden. Onderzoek laadgedrag bij/acceptatie van bi-directioneel laden.	Demonstratie & implementatie (grotere) laadpleinen. Ontwikkeling en demonstratie van mobiliteit-energiehubs. Onderzoek naar gebruikersgedrag van logistieke dienst-verleners bij gezamenlijke/collectieve laadinfrastructuur
	Doorontwikkeling en demonstratie van heavy-duty laadinfrastructuur. Onderzoek naar gebruikersgedrag logistieke dienstverleners. Onderzoek naar	Onderzoek, ontwikkeling en demonstratie van parallelle benutting van (tractie)netten voor Openbaar Vervoer (OV) en Openbare Verlichting

governance-vraagstukken (interoperabiliteit, afrekenmodellen etc.)..	(OVL) voor de elektrificatie van de gebouwde omgeving.
--	--

### Deelprogramma 3: Elektrificatie van wijken en bedrijventerreinen

Onderwerp	Bottom-up oplossingen voor elektrificatie op gebiedsniveau	Lokale systeemintegratie
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	(Door) Ontwikkeling/demonstratie van herhaalbare & schaalbare collectieve slimme energiediensten, met gebruik van open standaarden. Onderzoek naar gebruikersvoorkeuren en het borgen van publieke waarden.	Onderzoek naar en ontwikkeling van mogelijkheden voor conversie en uitwisseling tussen energiedragers en sectoren. Ontwikkeling en demonstratie van lokale systeemintegratie via energiehubs.
	Onderzoek naar/ontwikkeling van herhaalbare en schaalbare oplossingen voor het (lokaal) delen van energie. Onderzoek naar de effecten van energy communities op het (lokale) energiesysteem.	(Door)ontwikkeling van opslag- en conversiesystemen op het gebied van kosten, stabiliteit, reactiesnelheid en de mogelijkheid om verschillende behoeften (parallel) te bedienen met deze oplossingen.
	Sociaal-maatschappelijk onderzoek naar ontwerpprincipes voor collectieve slimme energiediensten, waaronder drijfveren deelnemers, collectieve organisatie- en financieringsvormen en keuzevrijheid.	

### Deelprogramma 4: Nieuwe kaders voor het elektriciteitssysteem van de gebouwde omgeving

Onderwerp	Ontwerp en operationalisering van het toekomstige elektriciteitssysteem	Marktmechanismen voor flexibiliteit uit de gebouwde omgeving
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Onderzoek naar afwegingskaders voor slimme energiediensten in het toekomstig energiesysteem met aandacht voor impact, botsende behoeften, businesscase, draagvlak en rollen/belangen bij flexibiliteitsoplossingen.	Projecten die de effectiviteit en potentie van GOPACS in kaart brengen, die werken aan de doorontwikkeling van het platform en die de eventuele behoefte aan parallele of aanvullende oplossingen inzichtelijk maken.
	Afsprakenstelsels, referentiearchitecturen, afwegingskaders en nieuwe contractvormen voor de schaalbare en effectieve inzet van flexibiliteit.	Projecten die barrières van bestaande energieplatformen verlagen, voor betere participatie van actoren uit de gebouwde omgeving, en die de eventuele behoefte aan parallele of aanvullende platforms inzichtelijk maakt.
	Ontwikkeling en uitrol van mechanismen voor toegang tot transparante data over de belastingpatronen van het elektriciteitsnet	

### Deelprogramma 5: Elektrificatie infrastructuur in de gebouwde omgeving

Onderwerp	Robuuste en levensbestendige elektriciteitsinfrastructuur	Aanleg en uitbreiding van de elektriciteitsinfrastructuur
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Onderzoek, ontwikkeling en demonstratie van de monitoring en control van de elektriciteitsinfrastructuur om de belastbaarheid te vergroten, op basis van (real-time) data, met oog voor cybersecurity.	Ontwikkeling, demonstratie en implementatie van methoden voor aanleg & uitbreiding van infrastructuur (nieuwe werkmethode, vernieuwende componenten, verbetering werkprocessen, mobiele stations).
	Onderzoek naar en ontwikkeling van methoden voor proactief onderhoud van elektriciteitsinfrastructuur met behulp van sensoriek, monitoring en data-analyse.	Onderzoek, ontwikkeling en demonstratie van verbeterde mogelijkheden om de infrastructuur in te passen in de gebouwde omgeving (ondergrondse stations, geïntegreerde systemen etc.), incl. tijdelijke infrastructuur.
	Onderzoek naar/ontwikkeling van oplossingen voor handhaving spannings-/vermogenskwaliteit. Onderzoek naar omvang, spreiding en impact van verschillende soorten verstoringen waaronder super-harmonische.	
	Onderzoek/ontwikkeling van nieuwe infrastructuur die 100% circulair is en niet milieubelastend. Zoeken naar manieren om huidige afvalkabels circulair te ontmantelen.	

## Positionering

### Sector & stakeholders

Met de vijf deelprogramma's wordt aangesloten op de wijze waarop het innovatie-ecosysteem is georganiseerd.

- Deelprogramma 1: Stakeholders zijn installateurs, aanbieders en ontwikkelaars van slimme energiediensten, gebouwbeheerssystemen, elektrische boilers, warmtepompen, inductiekooktoestellen en laadpalen. De gebouweigenaren, -bewoners en -gebruikers spelen in dit deelprogramma een belangrijke rol. Ook partijen die op de energiemarkten actief zijn, zijn betrokken bij dit thema. De diversiteit aan stakeholders vraagt om een brede interdisciplinaire aanpak.
- Deelprogramma 2: Stakeholders bevinden zich op het grensvlak van energie en mobiliteit. Het zijn exploitanten van laadpalen, fabrikanten van elektrische auto's en ontwikkelaars van slimme software. Ook de netbeheerders spelen een rol (onder andere via ElaadNL). De klanten kunnen zowel particulieren zijn, als gemeenten (voor publieke laadpleinen) of ondernemers met een grote voertuigenvloot zoals distributiecentra. Ook partijen die op de energiemarkten actief zijn, zijn betrokken bij dit thema.
- Deelprogramma 3: Stakeholders zijn zeer divers. Het betreft lokale afnemers en opwekkers van energie: gebruikers en bewoners van gebouwen, ontwikkelaars en exploitanten van warmte-infrastructuur en ontwikkelaars en exploitanten van stationaire batterijsystemen. Verder spelen dienstenleveranciers een rol, zoals aggregators en softwareontwikkelaars voor de inzet van flexibiliteit en netbeheerders voor de behoefte aan deze flexibiliteit. Een grote rol op dit thema is weggelegd voor collectieven dan wel van burgers en bewoners of ondernemers en bedrijven.
- Deelprogramma 4: Primaire stakeholders zijn de (regionale en nationale) netbeheerders, de wetgever en de brancheverenigingen, die behoefte hebben aan kennis & inzichten om de kaders van het toekomstige elektriciteitssysteem te kunnen bepalen. Zij zullen nauw moeten samenwerken met de stakeholders van deelprogramma 1 en 2, zoals gebruikers (consumenten, bedrijven, projectontwikkelaars), aggregators en energiebedrijven, opdat de ontwikkelde oplossingen ook daadwerkelijk toegepast en omarmd worden door de markt.
- Deelprogramma 5: Doelgroep van dit deelprogramma zijn in eerste instantie de netbeheerders en hun toeleveranciers. Daarbij wordt de interactie gezocht met beheerders van andere infrastructuren, zoals warmte, telecom, gas, water en riool. Ook kennisinstellingen zijn actief op dit thema.

### Samenhang met andere kennisagenda's

De gezamenlijke netbeheerders hebben hun belangrijkste onderzoeksvragen geformuleerd in de onderzoeksroadmap 'flex & opslag'. Deze dient als input voor actieve samenwerking tussen netbeheerders met ontwikkelaars, aanbieders en gebruikers van flexibiliteit, met onderzoeksinstituten, met rijksdiensten voor onderzoek en innovatie zoals RVO, Topsector Energie en NWO. De onderzoeksroadmap is afgestemd op MMIP-5, met als doel om een gezamenlijke innovatie-inspanningen te realiseren.

Het Lectorenplatform Energievoorziening in Evenwicht (LEVE) heeft een eigen onderzoekagenda opgesteld ten behoeve van onderzoek naar systeemintegratie. Deze agenda is een praktische

uitwerking van de innovatieagenda van de Topsector Energie, waardoor de onderzoekagenda expliciet voortbouwt op de ambities van de verschillende MMIP's.

Er vindt structurele afstemming plaats tussen MMIP 5 en de Vraaggestuurde Programma's van TNO. De kennisagenda's worden in onderlinge samenhang ontwikkeld.

Vanuit de International Energy Agency (IEA) wordt er internationaal samengewerkt en kennis uitgewisseld op diverse innovatiethema's. Voor dit innovatieprogramma relevante thema's zijn: TCP International Smart Grid Action Network, waarbinnen gewerkt aan het verzamelen van kennis over verschillende aspecten van smart grids, zoals kennis over de technologie, beleid en markt; de Users-TCP Global Observatory on Peer-to-Peer Energy Trading, dat zich richt op (virtuele) communities waarbij de deelnemers energie uitwisselen.

Dit MMIP vertoont verder raakvlakken met de sleuteltechnologieën, zoals deze zijn gedefinieerd binnen het Missiegedreven Topsectoren- en Innovatiebeleid. Er is met name raakvlak met 'sleuteltechnologie G: ICT' en 'Sleuteltechnologie J: Elektrochemische Conversie en Materialen'.

### Strategie Internationaal

Op basis van het SET plan heeft het de Europese Commissie European Technology & Innovation Platforms (ETIPs) opgericht. Het ETIP Smart Networks for Energy Transition (SNET) biedt een roadmap voor research & innovation opgesteld voor 2030 en 2050. Daaruit blijkt dat Europese Commissie wil inzetten op meer samenwerking tussen de netbeheerders van verschillende landen, digitalisatie, een grotere rol voor de consument en lokale systemen, het doorontwikkelingen voor technologieën voor versterking van het elektriciteitsnet en het inzetten van flexibiliteit. Het verder integreren van de Europese energiemarkt en een grotere samenwerking tussen landen is bij uitstek iets dat op Europees niveau moet worden ontwikkeld, maar op de thema's flexibilisering, lokale opwek, de doorontwikkeling van technologieën en digitalisatie van netwerken liggen kansen voor Nederland. Opvallend is dat er in de roadmap veel aandacht wordt besteed aan het ontwikkelen en integreren van Power-to-Heat, waar kansen liggen voor Nederland gezien onze grootschalige opwek van hernieuwbare elektriciteit en groeiende netcongestieproblematiek.

Onder de noemer BRIDGE4 zijn al veel projecten uitgevoerd die zich richten op slimme energiediensten en slimme elektrische infrastructuur. Ten opzichte van Nederland vindt er veel inzet plaats op het vlak van kleinschalige en grootschalige opslag. Ook gaat er vanuit Europees beleid en innovatie-inzet veel aandacht uit naar het actief betrekken van burgers in het balanceren van het energiesysteem, meestal in een collectief. Een trend waar Nederland zich nu ook bij aansluit.

### Missie B + Gebouwde Omgeving

#### Toekomstbestendige gebouwde omgeving in 2050

**Om in 2050 een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving te realiseren staat de ontwerp-, bouw- en technieksector tegelijkertijd voor (nog) meer grote opgaven. Deze kan de sector het best in samenhang met de opgaven in de energietransitie oppakken. De bestaande missie B voor de gebouwde omgeving wordt daarom verbreed naar een missie B+ met de volgende aanvullende doelstellingen:**

- Verduurzaming van 7 miljoen gebouwen voor 2050
- Nieuwbouw en transformatie van minstens 1 miljoen gebouwen voor 2030
- Vervangen en renoveren van tienduizenden bruggen, viaducten, tunnels en sluisen
- Significant reduceren van broeikas- en stikstofemissies voor 2030



- Klimaatbestendig maken van de gebouwde omgeving voor 2050
- 50% reductie van het gebruik van primaire grondstoffen in 2030 en een bouweconomie die in 2050 vrijwel volledig circulair is

Om de bredere missie van een toekomstbestendige gebouwde omgeving te borgen in het missiegedreven innovatiebeleid is een Topconsortium voor Kennis en Innovatie (TKI) Bouw en Techniek ingericht. Bovengenoemde doelstellingen zijn uitgewerkt in 3 nieuwe MMIP's: (1) Circulaire Bouw en Infra (2) Levensduurverlening en (3) Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen. Voor de uitvoering hiervan werkt de TKI Bouw en Techniek binnen het thema Energietransitie en Circulaire Economie onder meer samen met de TKI Urban Energy.

De ontwerp-, bouw- en technieksector draagt in belangrijke mate bij aan oplossingen voor de energietransitie in de gebouwde omgeving, onder meer door de verduurzaming van 7 miljoen gebouwen voor 2050. TKI Bouw en Techniek richt zich op de productiviteit van genoemde sectoren waarmee de opgave moet worden waargemaakt. Meer specifiek dragen de drie MMIP's op de volgende wijze bij aan de CO<sub>2</sub>-reductie van missie B+ in zijn totaliteit:

- MMIP Circulaire bouw en infrastructuur:  
Hoogwaardig hergebruik van materialen en toepassen van hernieuwbare grondstoffen zal leiden tot reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie, omdat geen nieuwe grondstoffen benodigd zijn en bewerking van componenten voor nieuwe toepassing en transport van materialen beperkt worden.
- MMIP Levensduurverlening:  
Door levensduurverlening van 85.000 civiele kunstwerken (bruggen, viaducten, tunnel) en 7 miljoen gebouwen kan ingrijpende grootschalige renovatie en nieuwbouw worden uitgesteld of zelf voorkomen. Hiermee wordt een substantiële hoeveelheid CO<sub>2</sub> uitgespaard, zowel op de materialen als de emissies van de benodigde bouwwerkzaamheden. Daarnaast kunnen gerichter maatregelen genomen worden in kader van de energietransitie leidend tot verbeteren van de energie prestaties (in nauwe samenwerking met de MMIP's van TKI Urban Energy).
- MMIP Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen:  
Concepten om in te spelen op extreem weer, bijvoorbeeld hitte, en de versterking van de natuur in de gebouwde omgeving hebben een aanzienlijk effect op de afname van energieverbruik in de gebouwde omgeving en daarmee verminderde CO<sub>2</sub>-emissie. Ook omgevingsbewust bouwen resulteert in verdere reductie van CO<sub>2</sub>-emissie door schoon en emissieloos bouwen, waaronder minder logistieke bewegingen in de gebouwde omgeving.

Naast de CO<sub>2</sub>-reductie dragen de MMIP's bij aan de veiligheid en de gezondheid in de gebouwde omgeving. De veiligheid is gebaat bij een gebouwde omgeving die goed is ingericht op klimaatverandering en eventuele klimaatrampen zoals overmatige regenval of extreme hitte. Circulaire bouw en bouwmaterialen reduceren emissies voor een gezond binnenklimaat, en ook een groene gebouwde omgeving is goed voor de (mentale) gezondheid en de reductie van hittestress. Daarbij vraagt een toekomstbestendige gebouwde omgeving om een ontwerp dat rekening houdt met demografische veranderingen en sociaal design. Missie B+ heeft daarmee meerdere raakvlakken met andere missies en KIA's.

Het Groeifondsprogramma Toekomstbestendige Leefomgeving (toegekend en start anno 2023) wordt beheerd door TKI Bouw en Techniek als innovatie-ecosysteem om een aantal innovaties op deze terreinen te versnellen, op te schalen de benodigde cultuuromslag teweeg te brengen. Hierin zijn de koplopers van de bouw en infra vertegenwoordigd. Het doel is om hiermee meer langjarige innovatie te borgen voor een toekomstbestendige leefomgeving.

## MMIP Circulaire bouw en infrastructuur

### Bijdrage van dit MMIP aan missie B+: Een CO<sub>2</sub> vrije gebouwde omgeving in 2050

Hoogwaardig hergebruik van materialen en toepassen van hernieuwbare grondstoffen zal leiden tot reductie van de CO<sub>2</sub>-emissie, omdat geen nieuwe grondstoffen benodigd zijn en bewerking van componenten voor nieuwe toepassing en transport van materialen beperkt worden.

### De innovatieopgave van het MMIP Circulaire bouw en infrastructuur

Nederland heeft de ambitie om per 2030 50% van de bouw- en infraopgave circulair uit te voeren en volledig in 2050. Hoewel Nederland een van de koplopers op het gebied van circulariteit is, moet daarbij de kanttekening worden gemaakt dat het vaak laagwaardige recycling betreft en dat in de bouw- en infrasector vooral sprake is van downcycling. De impact van de gebouwde omgeving op materiaalverbruik is groot. In 2019 werd een totaal van 44 miljard kg aan materialen gebruikt in de bouw en infra<sup>3</sup>. Dit MMIP richt zich daarom op innovatieoplossingen de volgende topuitdagingen voor de bouw:

1. Verduurzaming van 7 miljoen gebouwen voor 2050
2. Nieuwbouw en transformatie van minstens 1 miljoen gebouwen voor 2030
3. Vervangen en renoveren van tienduizenden bruggen, viaducten, tunnels en sluzen
4. Significant reduceren van broeikas- en stikstofemissies voor 2030
6. 50% reductie van het gebruik van primaire grondstoffen in 2030 en een bouweconomie die in 2050 vrijwel volledig circulair is

Om het gebruik van primaire (abiotische) grondstoffen te verminderen en afval te voorkomen zijn nieuwe strategieën en principes voor de ontwerp-, bouw- en technieksector nodig. Hierbij gaat het bijvoorbeeld over ontwerpen, levensduurverlenging, hoogwaardig hergebruik en toepassing van hernieuwbare, biobased grondstoffen. Dit is niet slechts een technologisch vraagstuk. Voor de transitie zijn bijvoorbeeld ook financiële en sociale aspecten en wet- en regelgeving van belang.

Veel bedrijven in de ontwerp-, bouw- en technieksector werken aan circulaire materialen en concepten. Dit gebeurt ook in een toenemend aantal netwerken. De nadruk in grootschalige verduurzamingsprogramma's ligt echter nog vaak op de energietransitie. Om de doelen van de energietransitie te realiseren is de circulaire transitie van wezenlijk belang. Veel emissies worden nu namelijk bepaald door materiaalproductie. Naast het belang van circulaire materialen moet de aandacht nu ook worden gevestigd op hoogwaardig hergebruik en voorwaarden voor een circulaire bouweconomie. Het MMIP is daarom opgebouwd uit drie deelprogramma's:

- Circulaire bouwwerken en componenten (ontwerp en productie)
- Circulaire materialen (biobased, non-biobased, hybride en secundair)
- Circulariteit enablers (context)

Per deelprogramma is een nadere verdeling gemaakt in:

- Concept: innovaties voor de samenstelling van het product (bouwwerk, component, materiaal);
- Waardering: uitdagingen voor de meting en validatie van de prestaties van circulaire bouwwerken, componenten en materialen (economisch, ecologisch, functioneel,...);
- Keten: innovaties in ontwerp-, (ver)bouw- en demontageprocessen die de levering van de circulaire bouwwerken, componenten en materialen mogelijk maken.

<sup>3</sup> Materiaalstromen in de bouw en infra, Materiaalstromen, milieu-impact en CO<sub>2</sub>-emissies in 2019, 2030 en 2050, april 2022

Hiermee werkt het MMIP aan innovatieve oplossingen die bijdragen aan de productiviteit en verduurzaming in de ontwerp-, bouw- en technieksector. Hiermee wordt de noodzakelijke versnelling en opschaling richting grootschalige toepassing bewerkstelligd, rekening houdend met specifieke kenmerken van deelsectoren, zowel voor nieuwbouw, renovatie als transformatie van bouwwerken.

#### De inhoudelijke opgave van het MMIP Circulaire bouw en infrastructuur

##### Opgave, doelen en benodigde schaalbare innovaties circulaire bouwwerken en componenten

Binnen het deelprogramma Circulaire bouwwerken en componenten richt het MMIP zich op:

#### **1. Circulair ontwerpen**

Hierbij gaat het om het ontwikkelen en valideren van innovatieve en schaalbare concepten op basis van circulaire ontwerpprincipes. Ook worden parametrische ontwerpinstrumenten voor integrale afweging van prestatiecriteria (constructief, financieel, duurzaam en specifiek circulair) ontwikkeld en geïmplementeerd, ondersteund door (internationale) harmonisering van waarderingsmethoden. Voor de implementatie wordt tevens gekeken naar procesinnovatie, gericht op samenwerking en het vergroten van kennis en vaardigheden.

#### **2. Productie en hergebruik**

Hierbij gaat het om industriële productie en modulair bouwen voor hergebruik met circulaire bouw- en installatieconcepten. Digitale ontwikkeling en standaarden voor samenwerking in ontwerp, productie en logistiek zijn hierin aandachtspunten. Ook wordt gedacht aan ontwikkeling en validatie van industriële en digitale technieken voor eenvoudige bepaling van (onder meer) restkwaliteit bij vrijkomende bouwdelen en transformatieopgaven.

##### Opgave, doelen en benodigde schaalbare innovaties circulaire materialen

Het deelprogramma Circulaire materialen richt zich op beschikbaarheid en toegankelijkheid van materialen en elementen voor circulaire bouwwerken en de organisatie van de toeleveringsketen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen

#### **1. Biobased materialen**

Door de rol die die hernieuwbare, biobased materialen kunnen gaan vervullen ligt de focus van materiaalontwikkeling en opschaling binnen de toeleveringsketen op hout en andere biobased materialen. De ambitie is om een voortrekkersrol in Europa te vervullen door schaalbare toepassingen te identificeren, te valideren en productie te ondersteunen. Ook moet meer grip ontstaan op milieueffecten en prestaties van biobased materialen gedurende de levensduur. Om toepassing te versnellen wordt gewerkt aan een roadmap per materiaal, de daaropvolgende doorontwikkeling van materialen en producten, de productie in de toeleveringsketen en testprocedures.

#### **2. Abiotische materialen, meer specifiek circulair beton**

Gekeken wordt naar steenachtige materialen, bitumen, metalen en kunststoffen. Gezien het overgrote aandeel van beton in het materiaalgebruik voor de bouw en infra zal de focus de komende jaren daarop worden gelegd. Voor de overige materialen wordt ingezet op een nationale evaluatie, voldoende specifiek voor de sectoren bouw en techniek en de herinrichting van de toeleveringsketen. Onder meer wordt ingezet op de ontwikkeling van bindmiddelen, toeslagmaterialen, activeringsmaterialen en reparatie- en versterkingstechnieken. Daarbij zijn experimenteerruimte en monitoring van belang, tevens voor de ontwikkeling van ontwerpinstrumenten en bepaling van restlevensduur. Zodoende wordt grootschalige inzet van secundaire grondstofstromen gefaciliteerd.

##### Opgave, doelen en benodigde schaalbare innovaties circulariteits enablers

In dit deelprogramma wordt gekeken naar voorwaarden voor brede opschaling van circulaire ontwikkelingen. Thema's die in dit kader worden onderzocht zijn technische, institutionele, economische en culturele belemmerende en stimulerende factoren en mogelijke interventies. Middels de koppeling met scholing en onderwijs wordt verder geborgd dat opgedane kennis en kunde versneld opgenomen kan worden in de arbeidsmarkt.

Onderstaande tabel geeft de programmaopzet verkort weer:

MISSIE	CO <sub>2</sub> -vrije en Toekomstbestendige Gebouwde Omgeving				
DEELPROGRAMMA	Circulaire bouwwerken en componenten		Circulaire materialen		Circulariteitsenablers (context)
ONDERWERPEN	Ontwerp	Productie en hergebruik	Biobased (en hybride)	Non-biobased (en hybride)	Sociaal, juridisch, economisch
Concept (product)	• Ontwerp-concepten	• IFD en modulair bouwen	• Nieuwe materialen en toepassingen	• Beton (staal, asfalt), biobased additieven en nieuwe generatie bindmiddelen	• Beleid en normering • Inkoopproces • Ketensamenwerking
Waardering (prestaties)	• Ontwerp-criteria en evaluatie	• Validatie rest-capaciteit/ kwaliteit	• Validatie levensduur en kwaliteit	• Validatie levensduur en kwaliteit	• Circulaire businessmodellen • Sociale aspecten van een circulaire gebouwde omgeving
Keten (proces)	• Ontwerpproces	• Digitale technologieën	• Ketenontwikkeling en ketenoptimalisatie	• Levensduur-verlenging en recycling	• Levenslang leren • Internationale samenwerking

### Samenhang en samenwerking

Binnen TKI bouw en Techniek vindt continue afstemming plaats met de andere MMIP's en de doorsnijdende thema's Digitalisering (onder meer parametrisch ontwerpen, Model Based Systems Engineering, kunstmatige intelligentie, BIM en digital twins), Industrialisatie (onder meer on-site en off-site robotisering, mass-customization, smart logistics en het gebruik van nieuwe (biobased) materialen) en Human Capital (skills-based en regionale aanpak, gericht op scholing, bij- en omscholing).

Dit MMIP en de innovatieopgaven hebben daarnaast belangrijke samenhang met de missie Energietransitie en circulariteit en de missie Circulaire Economie. Vanwege het belang van hernieuwbare, biobased materialen en producten is er ook een sterke samenhang met de missie Landbouw, Water en Voedsel. Op het gebied van materialen en digitalisering wordt samenwerking gezocht met de sleuteltechnologieën en de KIA Digitalisering. Ook heeft dit MMIP een relatie met de missie Gezondheid en Zorg, onder meer vanwege het effect op schoon en emissieloos bouwen. Gedurende de looptijd van het MMIP wordt geregeld afstemming gezocht met de betrokken TKI's.

Met de prioritering wordt aangesloten bij de prioritaire productgroepen zoals die door het Transitieteam Circulaire Bouweconomie zijn vastgesteld en bij initiatieven voor verschillende materiaalstromen. Inmiddels lopen al veel publieke en private initiatieven en initiatieven in onderwijs, onderzoek en de praktijk.

Een belangrijk programma voor de uitvoering van een deel van de doelen van het MMIP Circulaire Bouw en Infra is het NGF programma Toekomstbestendige Leefomgeving. TKI Bouw en Techniek werkt daarin samen met een breed scala aan partners vanuit drie consortia (Gebouwen, Infra en Ecosysteem) aan (onder andere) schaalbare circulaire innovatie.

Om elkaar te versterken wordt aansluiting gezocht met IDOBB/Nationale Aanpak Biobased Bouwen, City Deal Circulair en Conceptueel Bouwen, Transitieteam Circulaire Bouweconomie, 4TU.Bouw DAT team Circularity & Sustainability en vele andere initiatieven.

Onderstaande tabel geeft op hoofdlijnen weer waar het MMIP complementair is en met welke innovatiekansen zij een aanvullende bijdrage levert, bovenop het behalen van de eigen doelstellingen:

MMIP Circulaire Bouw en Infrastructuren	Missie: Een duurzame en volledig circulaire economie in 2050, in 2030 halvering grondstoffengebruik (KIA-CE)	Missies: Kringloopland- bouw & Klimaat- neutrale landbouw en voedselproductie (KIA-BBE)	Missie: In 2040 is de ziektelast door een ongezonde leefstijl en - omgeving 30% afgenomen	NGF: Toekomst- bestendige Leefomgeving* NGF: Beton reinvented	Meerjaren programma's ontwerp-, bouw- en technieksector (NL Ingenieurs, Bouwend NI, Techniek NI)	Horizon Europe 2021 -2027: Circular economy, Built4People, ondersteuning innovatief MKB
Circulaire Bouwwerken (ontwerp en productie)	✓			✓	✓	✓
Circulaire materialen (Biobased, non- biobased, hybr.)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Circulariteits enablers	✓			✓	✓	✓

## MMIP Levensduurverlenging gebouwde omgeving

### Bijdrage van dit MMIP aan missie B+: Een CO<sub>2</sub> vrije gebouwde omgeving in 2050

Door levensduurverlenging van 85.000 civiele kunstwerken (bruggen, viaducten, tunnel) en 7 miljoen gebouwen kan ingrijpende grootschalige renovatie en nieuwbouw worden uitgesteld of zelf voorkomen. Hiermee wordt een substantiële hoeveelheid CO<sub>2</sub> uitgespaard, zowel op de materialen als de emissies van de benodigde bouwwerkzaamheden. Daarnaast kunnen gerichter maatregelen genomen worden in kader van de energietransitie leidend tot verbeteren van de energie prestaties (in nauwe samenwerking met de MMIP's van TKI Urban Energy).

### De opgave van het MMIP levensduurverlenging

Binnen de overall ambitie richting 2050 te komen tot een veilige, robuuste en duurzame gebouwde omgeving, richt het MMIP Levensduurverlenging gebouwde omgeving zich op het optimaal instandhouden, aanpassen en benutten van gebouwde objecten. Dit betreft concreet:

1. Verduurzaming van 7 miljoen gebouwen voor 2050<sup>4</sup>.
2. (Nieuwbouw en) transformatie van minstens 1 miljoen gebouwen voor 2030<sup>5</sup>.
3. Vervangen en renoveren 85.000 (droge<sup>6</sup>) civiele kunstwerken (bruggen, viaducten en tunnels).

Dit MMIP draagt hierdoor onder andere bij aan Missie B+ Gebouwde omgeving om te komen tot een CO<sub>2</sub> vrije gebouwde omgeving in 2050, van het nationaal innovatie beleid.

Deze maatschappelijke opgave is in omvang en inhoud zo groot en complex dat individuele beheerders, bedrijven en eigenaren met de huidige beschikbare kennis en instrumenten deze opgave niet grootschalig en kostenefficiënt kunnen realiseren. Daarnaast dienen deze activiteiten veelal gedurende regulier gebruik moeten plaatsvinden. Dit MMIP draagt bij aan de hiervoor benodigde programmatische aanpak en schaalbare innovaties, gezamenlijk met het innovatie ecosysteem van kennisinstellingen, overheden en markt partijen.

### De inhoudelijke opgave van het MMIP levensduurverlenging

De inhoudelijke scope van dit MMIP bestaat uit twee hoofddelen, beiden gericht op het verlengen van de levensduur van gebouwde objecten die leidt tot een toekomstgerichte renovatie en

<sup>4</sup> In nauwe samenwerking met TKI Urban Energy, zoals het MMIP Versnelling van energierenovaties

<sup>5</sup> Vanuit MMIP focus op bestaande gebouwen ligt focus op de transformatie opgave, niet op nieuwbouw

<sup>6</sup> De primaire focus van dit MMIP is droge infrastructuur. Natte infrastructuur valt onder scope van TKI Deltatechnologie. Tussen beide domeinen zal actieve samenwerking plaatsvinden.

onderhoudsstrategie. Een deel richt zich op objecten in het domein van de (droge) civiele infrastructuur, en een deel richt zich op objecten in het domein van de woningen en utiliteitsgebouwen. Het gaat in beide delen om innovaties in de activiteitenketen van het assetmanagement: onderhouden en aanpassen, zo minimaal, en duurzaam vervangen, ten einde de functionele levensduur van objecten te verlengen.

#### Opgave, doelen en benodigde schaalbare innovaties droge civiele infrastructuur:

De 85.000 kunstwerken in Nederland van primair RWS, provincies en gemeentes vertegenwoordigen waarde van 73 miljard euro<sup>7</sup>. Deze kunstwerken zijn grotendeels in de jaren zestig en zeventig van de vorige eeuw gebouwd. Deze kunstwerken zijn de komende jaren toe aan grootschalig onderhoud of vervanging. Daarnaast gelden er nieuwe veiligheids-/duurzaamheidseisen en is de vraag aan het veranderen (bijvoorbeeld door intensiteit van gebruik en verandering van gebruik voor elektrische auto's). Ook op Europees niveau is in de richtlijnen voor de Trans-Europese-Netwerken (TEN-T) opgenomen dat lidstaten ervoor moeten zorgdragen dat de infrastructuur zodanig wordt onderhouden dat gedurende de levensduur het gebruik en veiligheid gegarandeerd zijn.

#### Opgave, doelen en benodigde schaalbare innovaties woningen en utiliteitsgebouwen:

De fysieke en energetische staat van 7 miljoen gebouwen met een WOZ waarde van in 2020 van 2,6 biljoen<sup>8</sup> is lang niet altijd inzichtelijk. Vanuit de veranderende vraag in maatschappij naar leef-, woon- en werkomgevingen is het nodig om huidige en toekomstige prestaties rondom veiligheid, bruikbaarheid, gezondheid en duurzaamheid vast te stellen en te bepalen hoe deze prestaties zich in de loop van de tijd ontwikkelen. Dit MMIP draagt niet alleen bij aan dit inzicht en vooruitzicht, maar ook aan een programmatische aanpak en de schaalbare innovaties die nodig zijn om de functionele beschikbaarheid van woningen en utiliteitsgebouwen (zoals kantoren, maatschappelijk vastgoed en bedrijfsgebouwen) langjarig te garanderen.

#### Schaalbare aanpak voor levensduurverlening

Vanuit deze specifieke opgaves voor gebouwde objecten, werkt het MMIP aan een sector brede, schaalbare aanpak voor levensduurverlening. Het gaat hierbij om de (door-)ontwikkeling van innovatieve en toepassingsgerichte materialen, werkprocessen en vaardigheden.

Het MMIP onderscheidt vier soorten onderwerpen:

- Inzicht en vooruitzicht. In beeld brengen van huidige situatie en potentie van gebouwen en civiele droge infrastructuur. Dit leidt tot inzicht in het verschil, nu en in de nabije toekomst, tussen vraag (zoals ecologische eisen, behoefte, maar ook klimaat verandering, bodemdaling) en aanbod. Hierbij dient niet alleen gekeken te worden naar het object zelf, maar ook de relatie met de omgeving. Innovaties betreffen onder andere geautomatiseerde inspectietechnieken (gevalideerd en genormeerd), uniforme digitalisering van bestaande fysieke assets en betrouwbare reststerkte- en voorspellingsmodellen in kader van toekomstig functioneel gebruik. Dit in aansluiting op de sleutel technologieën<sup>9</sup> rondom sensoren, digital twins en imaging technologie.
- Maatregelen en technieken. Identificeren van toepassingen (circulair, bio-based materialen, emissieloos etc.) en (circulaire) renovatie- en vervangingstechnieken leidend tot de gevraagde levensduurverlening met minimale impact op de omgeving. Dit in aansluiting op de sleutel

---

<sup>7</sup> Instandhouding civiele infrastructuur, Bleijenberg 2020, p. 17, CBS-statline

<sup>8</sup> Cijfers CBS

<sup>9</sup> TNO NWO Herijking Sleutel technologieën, april 2023

technologieën<sup>10</sup> rondom advanced materials (en dan met name construction & structural) en additive manufacturing; en in nauwe samenwerking met het MMIP circulair gebouwde omgeving.

- Programmatische aanpak. Ontwikkelen, valideren en toepassen van een programmatische aanpak om op grote schaal voor de gebouwde objecten. Onderwerpen betreffen onder andere het clusteren van objecten in living labs, standaardiseren werkwijzen en de integratie in het asset management proces. Daarbij parallel identificeren benodigd vigerend beleid (zoals aanbestedingsregels) en mechanismes in de keten (zoals business modellen, financiering, culturele dimensies, invloed van context object op levensduurverlening ) die deze programmatische werkwijze mogelijk maken.
- Kennisdisseminatie en sluiten kennisloop Het monitoren van de impact en bijdragen aan verdere opschaling (7 miljoen gebouwen verduurzamen, transformatie van gebouwen en 85.000 civiele kunstwerken) middels kennisdisseminatie sector breed. Voor deze kennisdisseminatie werkt het MMIP actief samen met de koplopers in de sector (bijvoorbeeld middels communities of practice (inclusief events), learning communities en (regionale) fieldlabs met (praktijkgericht) onderzoek, onderwijs en toepassing). Tot slot ondersteunen we vanuit het MMIP de sector bij het verwerven van een internationale positie op levensduurverlening.

### Doorsnijdende thema's dragen aan benodigde productiviteit

Voor het realiseren van deze opgave is de beschikbaarheid van voldoende kennis, kunde en technologie essentieel. Dit vraagt enerzijds om het verhogen van de productiviteit in de sector, anderzijds een transitie in hoe de keten werkt.

De drie doorsnijdende thema's van Bouw en Techniek spelen hierin een belangrijke rol.

#### *Human capital in de context van dit MMIP:*

De bij dit MMIP behorende aanpak en innovaties vragen om nieuwe kennis, vaardigheden en competenties van zowel de huidige arbeidskrachten als die van morgen. Door het inrichten van praktijkgerichte onderzoek consortia en learning communities maken we de vertaalslag tussen praktijk, onderzoek en onderwijs.

*Aansluiting bij human capital bredere agenda, Regionale Bouwhubs en opleidingen, NL-GO.*

#### *Digitalisering in de context van dit MMIP:*

Digitalisering heeft een centrale rol in dit MMIP: data gedreven observaties, metingen, monitoring (via AI) en voorspellingstechnieken leiden tot digital twins van gebouwde objecten. Het inbedden van deze technieken in de sector en vooral het interpreteren van de data en informatie is een gebied waarin nog veel ontwikkeling en opschaling noodzakelijk is. Daarnaast biedt het uniformeren en automatiseren van werkprocessen potentie voor het vergroten van de productiviteit.

*Aansluiting bij KIA digitalisering, DigiGO, CLICKNL en ICT sleutel technologieën.*

#### *Industrialisatie in de context van dit MMIP*

Industrialisatie is ook relevant in de context van levensduurverlening. De omvang van de opgave, maakt het werken aan een meer geïndustrialiseerde aanpak noodzakelijk. Bijvoorbeeld op het gebied van industriële productie van (nieuwe) vervangingscomponenten/-materialen.

*Aansluiting/versterking bij TKI Circulair, TKI HTSM, CLICKNL*

### Samenhang en samenwerking

Dit MMIP streeft naar actieve samenwerking tussen kennisinstellingen, overheid, markt en maatschappelijke instellingen. In lijn met de scope van dit MMIP en dit keten- en sectorbrede perspectief lopen reeds diverse initiatieven. Een aantal voorbeelden zijn:

---

<sup>10</sup> TNO NWO Herijking Sleutel technologieën, april 2023



- Andere TKI's en hun missie gedreven innovatie programma's:
  - o TKI Urban Energy: versnelling van energierenovatie in de gebouwde omgeving
  - o TKI Delta technology: kennisuitwisseling tussen droge en natte infrastructuur
  - o TKI ICT: ontwikkeling van digitale tools en technieken
- Nationale groeifonds voorstellen:
  - o Toekomstbestendige leefomgeving (toegekend)
  - o Ecosysteem Dutch Metropolitan Solutions (toegekend - impact mobiliteit op infra)
  - o Innovatieprogramma onderwijshuisvesting (voorwaardelijke toekenning)
- Diverse programma's en initiatieven:
  - o Beleidsprogramma Programma Versnelling Verduurzaming Gebouwde Omgeving (PVGGO) en daarbinnen het programma Verbouwstromen (ontwikkelen van geüniformeerde renovatiestromen)
  - o Onderzoeksprogramma Urbiquay (NWO) gericht op herstel, vernieuwing en beheer van bruggen en kademuren in een complexe stedelijke context.
  - o Brains4Buildings (MOOI regeling) gericht op de inzet van data om het energieverbruik te verminderen, het comfort te verhogen en flexibel te reageren op gebruikersgedrag van gebouwen.

Daarnaast zoekt dit MMIP nauwe samenwerking met de innovatieprogramma's van strategische partners zoals RWS, TNO, de provincies, marktpartijen en de Domein Aanjaag Teams (DATs) rondom energie transitie en infrastructuur & mobiliteit van de 4TU.

## MMIP Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen

### Bijdrage van dit MMIP aan missie B+: Een CO<sub>2</sub> vrije gebouwde omgeving in 2050

Concepten om in te spelen op extreem weer, bijvoorbeeld hitte, en de versterking van de natuur in de gebouwde omgeving hebben een aanzienlijk effect op de afname van energieverbruik in de gebouwde omgeving en daarmee verminderde CO<sub>2</sub>-emissie. Ook omgevingsbewust bouwen resulteert in verdere reductie van CO<sub>2</sub>-emissie door schoon en emissieloos bouwen, waaronder minder logistieke bewegingen in de gebouwde omgeving.

### De innovatieopgave van het MMIP Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen

Actuele thema's, zoals het woningtekort en de noodzaak tot verduurzaming, vragen op korte termijn om oplossingen die van invloed zijn op de gebouwde omgeving. De ontwerp-, bouw- en technieksector draagt in belangrijke mate bij aan deze oplossingen. Om de omgevingskwaliteit ook in de toekomst te waarborgen moet de sector nu al inspelen op de ruimtelijke opgave die Nederland in de komende jaren heeft. Zo beschrijft de recent verschenen Ruimtelijke Verkenning van het Planbureau voor de Leefomgeving vier scenario's voor de inrichting van Nederland in 2050. Die scenario's schetsen mogelijke gevolgen van keuzen die worden gemaakt om in te spelen op onderwerpen als de toenemende bevolking, ontwikkelende bedrijvigheid, klimaatverandering, bodemdaling, veiligheid en gezondheid. Zowel maatschappelijk als vanuit beleid is er een sterke wens om de natuur niet verder te belasten. Daarmee neemt de druk op stedelijk gebied toe. De innovatieopgave is om binnen de ontwerp-, bouw- en technieksector kennis en kunde te ontwikkelen voor toekomstgerichte oplossingen voor de gebouwde omgeving door:

1. In te spelen op extreem weer door klimaatadaptief bouwen, gericht op:

- Verbeteren van binnenklimaat in gebouwen, gerelateerd aan extreem weer, per CBS buurt;
  - Verminderen van oversterfte en gezondheidsklachten, gerelateerd aan extreem weer;
  - Daling van hittestress, uitgedrukt in Physiological Equivalent Temperature (PET);
  - Toename van het waterbergend vermogen [m<sup>3</sup>/uur];
  - Verminderen van het aantal kwetsbare objecten en schade t.g.v. extreem weer<sup>11</sup>;
  - Beperken van maatschappelijke en economische effecten ten gevolge van extreem weer.
2. Bij te dragen aan leefbaarheid door natuurinclusief bouwen en gericht op:
    - Toename Normalised Difference Vegetation Index (NDVI);
    - Toename van de biodiversiteit in de gebouwde omgeving voor zowel plant- als diersoorten;
    - Versterken van ecologische routes en toename van het aantal nest- en verblijfplaatsen;
    - Verbeteren van binnenklimaat in gebouwen door natuurinclusief bouwen;
    - Positieve beleving door stakeholders, blijkend uit enquêtes.
  3. Veiligheid en gezondheid te bevorderen door omgevingsbewust bouwen, gericht op:
    - verminderen van stikstof-, CO<sub>2</sub>- en fijnstofemissies;
    - verminderen van omgevingshinder door bouwactiviteiten;
    - Verminderen van (incidenten en schades door) bouwgerelateerd vervoer in de gebouwde omgeving;
    - Bijdragen aan fysieke en geestelijke gezondheid, levensverwachting en sociale veiligheid van inwoners op basis van scores in gemeentelijke sociale en veiligheidsindexen.

Het resultaat van dit MMIP bestaat uit concepten, werkwijzen, instrumenten en opleidingsmodules die de ontwerp-, bouw en technieksector in staat stellen om bij te dragen aan de uitdagingen. Voor Missie B+ 'Een toekomstbestendige gebouwde omgeving in 2050' richt het MMIP Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen zich op de uitdagingen:

1. Verduurzaming van 7 miljoen gebouwen voor 2050;
2. Nieuwbouw en transformatie van minstens 1 miljoen gebouwen voor 2030;
3. Significant reduceren van broeikas- en stikstofemissies voor 2030;
4. Klimaatbestendig maken van de gebouwde omgeving voor 2050.

Meer specifiek betreft het de kennisbehoefte en -uitwisseling over:

Klimaatadaptief bouwen	Natuurinclusief bouwen	Omgevingsbewust bouwen
Wateroverlast	Habitatruimte	Omgevingsbewust bouwproces
Droogte	Voedselaanbod	Omgevingsbewust bouwresultaat
Hittestress	Ruimte om te verplaatsen	
Zomersmog		
Bodemdaling		
Stormoverlast		

<sup>11</sup> De schade door extreem weer bedroeg in 2022 meer dan 886 miljoen euro (Verbond van verzekeraars)

Nauwe samenwerking tussen bedrijfsleven, overheden, kennisinstellingen en maatschappelijke organisaties op basis van een duidelijke ontwikkelagenda, experimenteerruimte en meerjarige allocatie van middelen zijn belangrijke voorwaarden in deze ontwikkeling.

### De scope van het MMIP Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen

De nadruk van het MMIP ligt op de gebouwde omgeving en, gezien de hiervoor beschreven innovatieopgave op het stedelijk gebied. Vanuit de woonomgeving worden nieuwe perspectieven ontwikkeld voor de woning, de directe ruimte daaromheen en de infrastructuur waarmee de woning is verbonden met de stad, de werkomgeving en andere voorzieningen. Het MMIP gaat daarmee niet over de bewoners. Wel gaat het over het actief betrekken van burgers in en het ontwikkelen van vakmensen voor de stedelijke ontwikkeling.

Voor de ontwikkeling van kennis en kunde in relatie tot dit MMIP wordt steeds de samenwerking gezocht tussen overheid, bedrijfsleven, kennisinstellingen en maatschappelijke partijen. Zodoende wordt fundamentele kennis (ontwikkeling), strategische kennis (versnelling) en praktijkgerichte kennis (living labs) samengebracht voor de ontwerp-, bouw- en technieksector. Het MMIP richt zich op schaalbare innovaties met impact. Voor de doorontwikkeling ligt, conform de Technology Readiness Levels (TRL), de nadruk op ontwikkelen (TRL 4-6) en demonstreren (TRL 7-8). Ook wordt gewerkt conform ontwerpgericht onderzoek om in te kunnen spelen op de kennis- en innovatieagenda's van onze stakeholders.

De focus ligt op de Nederlandse situatie. Aansluitend op het Coalitieakkoord (2021) wordt wel gekeken of samenwerking kan worden gezocht met gelijkgezinde landen om waar mogelijk een kopgroep te vormen.

### Samenhang en samenwerking

Binnen TKI Bouw en Techniek vindt continu afstemming plaats met de MMIP's Circulaire bouw en infrastructuur en Levensduurverlenging gebouwde omgeving en de doorsnijdende thema's Human capital, Digitalisering en Industrialisatie.

Het MMIP Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen heeft verder een nauwe relatie met andere missies en daaraan gekoppelde topsectoren en TKI's, onder meer de (deel)missies:

- Energietransitie B: Een CO<sub>2</sub>-vrije gebouwde omgeving in 2050;
- Energietransitie C: Een klimaatneutrale industrie in 2050;
- Energietransitie D+: Emissieloze mobiliteit voor mensen en goederen in 2050;
- Circulaire Economie: Nederland volledig circulair in 2050;
- Gezondheid en Zorg: Mensen in Nederland leven 5 jaar langer gezond en er zijn 30% minder gezondheidsverschillen tussen sociaaleconomische groepen in 2040;
- Landbouw, Water, Voedsel: Veerkrachtige natuur en klimaatbestendig Nederland.

Een lopende samenwerking vanuit het MMIP Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen betreft het programma Schoon en Emissieloos Bouwen. TKI Bouw en Techniek werkt daarin samen met TNO, digiGO, de Topsector Logistiek en Connekt aan procesmaatregelen die bijdragen aan het doel om bouwgerelateerde emissies in 2030 met 60% te reduceren.

Ook wordt in samenwerking met TKI Deltatechnologie en Building Changes gewerkt aan het programma Toekomstbestendige Wijk. In dit programma wordt onderzocht hoe gemeenten aan de slag kunnen met kennis over klimaatverandering.

In de komende jaren wordt gewerkt aan het verder uitbreiden van activiteiten om met publieke en private partijen nieuwe kennis- en innovatieprogramma's te initiëren. Omdat dit een nieuw MMIP

betreft moet nader verkend worden welke (subsidie)instrumenten beschikbaar/inzetbaar zijn voor financiering. Gedacht wordt aan Rijksinstrumenten als MOOI, DEI+, SBIR, PPS en het Nationale Groeifonds, naast private mogelijkheden of partijen als NWO en TNO.

### Benodigde sleuteltechnologieën voor innovatie en het behalen van missiedoelstellingen

De belangrijkste relatie tussen het MMIP Klimaatadaptief, natuurinclusief en omgevingsbewust bouwen en de sleuteltechnologieën<sup>12</sup> heeft betrekking op *Advanced materials*, zoals *energy materials*, *soft/bio materials*, *thin films and coatings*, *smart materials* en *construction and structural materials*. Ook ontwikkelingen die te maken hebben met *Digital and information technologies* en *Engineering and fabrication technologies* kunnen een bijdrage leveren aan de te behalen missiedoelstellingen. De uitdaging is om de snelheid van het signaleren van mogelijke toepassingen, het testen en implementeren van sleuteltechnologieën te verhogen.

## Missie C – Industrie

### Een klimaatneutrale en circulaire industrie in 2050

In 2030 worden in Nederland 50 procent minder primaire grondstoffen verbruikt en zijn de broeikasgasemissies van productieprocessen en afvalsector verminderd tot circa 36 Mton CO<sub>2</sub>-equivalent. Verduurzaming van het industriële warmtesysteem tot 300 °C is bereikt, elektrificatie en CO/CO<sub>2</sub> hergebruik geëffectueerd, CCS wordt kosteneffectief ingezet, duurzame waterstofproductie is op weg naar grootschalige implementatie en biograndstoffen worden gebruikt als primaire grondstof.

Met deze missie wordt invulling gegeven aan de maatschappelijke vraag om ketens circulair te maken, broeikasgasemissies tot vrijwel nul of zelfs tot negatieve emissies te reduceren. Tegelijkertijd heeft de maatschappij behoefte aan klimaatneutrale materialen en producten om welvaart en welzijn te garanderen in de toekomst. De inzet van klimaatneutrale energiedragers en duurzame grondstoffen zijn essentieel om duurzame (tussen)producten en brandstoffen te kunnen leveren. Daarbij speelt recycling van materialen en de inzet van circulaire (bio)grondstof een belangrijke rol. Per proces- en productieketen verschilt het gebruik van grondstoffen en energie. Daarom zullen circulaire businessmodellen per deelsector of keten worden onderzocht en uitgewerkt. De transitie naar circulair grondstoffengebruik zal richting 2030 nog vooral via hergebruik van afval-, materiaal- en productstromen en restgassen verlopen. Waar nieuwe koolstof nodig is, wordt biograndstof of CO<sub>2</sub> uit de lucht of water ingezet.

Binnen de processen is het energiegebruik op basis van fossiele energiedragers de oorzaak van CO<sub>2</sub>-emissies. Door efficiëntie verhoging, aanpassing van energiebronnen en hergebruik van energie worden deze emissies teruggedrongen. Daarnaast zal CCS worden toegepast waar dat kostenefficiënt kan. Waar voor 2030 vooral incrementele stappen worden gezet die bestaande processen duurzamer maken, verwachten we richting 2050 vergaande proces- en productvernieuwing gericht op verduurzaming. De transitie zal steeds meer gericht zijn op grondige verandering of vernieuwing van de integrale waardeketens met nieuwe productieprocessen, hergebruik van onderdelen en producten, en het creëren van nieuwe materialen en producten, die de milieukwaliteit en de brede welvaart van mensen verbeteren.

---

<sup>12</sup> TNO Rapport Herijking Sleuteltechnologieën 2023, maart 2023

Een duurzame industrie vraagt om duurzame ketens van grondstoffen en producten, om een duurzame energievoorziening en om integratie van en tussen ketens. Dit zijn de onderwerpen van de drie Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's (MMIP's) die bijdragen aan missie C. Elk MMIP schetst wat de verwachte bijdragen zijn aan de missies en welke kennis- en innovatieopgaven op korte termijn moeten worden opgepakt ten behoeve van onderzoek, ontwikkeling, demonstratie en implementatie. De grondstoffen- en energietransitie staan centraal in respectievelijk MMIP 6 en MMIP 7. De integratie tussen ketens en binnen het industriële grondstoffen- en energiesysteem is het onderwerp van MMIP 8.

## MMIP 6 - Grondstoffen en producten voor circulariteit van koolstof

### *Doelstellingen*

MMIP 6 is gericht op innovaties die leiden tot sluiting van industriële grondstof-/materiaalketens van koolstof in de industrie, welke bijdragen aan de verduurzaming van de industrie (scope 3-maatregelen) en op kostenefficiënte wijze tot CO<sub>2</sub>-reductie leiden. De doelstelling voor grondstoffen en producten is concreet geformuleerd in het Nationaal Programma Circulaire Economie als: volledig circulair in 2050, waarbij gebruik van virgin grondstoffen niet hoger is dan mogelijk binnen planetaire grenzen. Er is een tussendoel geformuleerd om in 2030 vijftig procent minder primaire fossiele grondstoffen te verbruiken en er wordt gewerkt aan concretere tussendoelen die in 2024 gepubliceerd zullen worden.

Onder het hergebruik van grondstoffen en producten vallen technologieën die de koolstofketen sluiten en het gebruik van virgin fossiele grondstoffen vermijden. Dit betreft het verhogen van de circulariteit van kunststoffen, het gebruik van CO/CO<sub>2</sub> door middel van Carbon Capture and Utilisation (CCU) en het gebruik van biograndstoffen. Deze alternatieven verdienen de voorkeur als deze voldoen aan de functionaliteitseisen en een kleinere ecologische voetafdruk hebben dan fossiele grondstoffen. Kortom, als door de inzet van deze alternatieve grondstoffen duidelijke (economische en/of duurzaamheids) meerwaarde wordt gecreëerd.

### *Deelprogramma's en fasering*

MMIP 6 kent de volgende deelprogramma's:

- 1. Circulariteit van kunststoffen:** Het deelprogramma Circulariteit richt zich op het verhogen van de circulariteit van kunststoffen. De reden hiervoor is dat 70 tot 80 % van de fossiele koolstof in materialen gebruikt wordt voor de productie van kunststoffen. Kunststoffen kunnen in potentie volledig gerecycled kunnen worden. De doelstelling is om te komen tot 50% reductie van primaire grondstoffen voor kunststoffen in 2030 t.o.v. 2016, wat overeenkomt met circulair maken van 950 kton<sup>13</sup> aan fossiele virgin kunststoffen.
- 2. Biograndstoffen voor producten:** Het vervangen van fossiele grondstoffen door biograndstoffen voor de productie van hoogwaardige producten en transportbrandstoffen levert een directe vermindering op van het gebruik van primaire fossiele grondstoffen. In het Duurzaamheidskader Biograndstoffen<sup>14</sup> is door het kabinet in 2020 bepaald dat laagwaardige toepassingen van biograndstoffen, zoals voor personenvervoer over de weg, zoveel mogelijk worden afgebouwd. Voor zwaar wegtransport, lucht- en scheepvaart zijn biograndstoffen alleen een oplossing ter overbrugging totdat duurzamere alternatieven (waterstof, elektriciteit) redelijkerwijs in de vraag kunnen voorzien. Met de doelstelling om in 2050 20% van het huidige fossiele grondstofverbruik te vervangen door biograndstoffen wordt zo een significante bijdrage geleverd om te komen tot verbruik van 50% minder

---

<sup>13</sup> Uitgaand van gelijkblijvend productievolume in Nederland.

<sup>14</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2020/10/16/duurzaamheidskader-biograndstoffen>

primaire abiotische grondstoffen. Daarbij is het belangrijk dat producten worden gemaakt die circulair zijn, waarbij wordt uitgegaan van design voor recycling principes en andere circulariteitsstrategieën waardoor circulair gebruik van koolstof wordt gerealiseerd.

3. **CCU (Carbon Capture and Utilisation – de afvang en het gebruik van CO en CO<sub>2</sub> als grondstof voor producten):** In 2050 zal de wereldvraag naar koolstofgebaseerde producten (zoals plastics) zijn verdubbeld, voornamelijk door de groei van de wereldbevolking en de toename van de levensstandaard. Alhoewel de koolstofvraag in Europa en Nederland elk jaar blijft groeien, moeten we tegelijkertijd toe naar nul netto emissies en zo volledig mogelijke circulariteit. Naar verwachting is onvoldoende verantwoord verkregen biobased koolstof beschikbaar om in aanvulling op de circulaire koolstof te voorzien in de totale behoefte. Daarnaast zullen, afhankelijk van plaats en tijd, biobased grondstoffen en grondstoffen uit CCU wedijveren om de laagste ecologische voetafdruk. Nova Instituut, WUR en TNO schatten in dat in 2050 ongeveer 10-25% van de totale koolstofvraag gedekt zal moeten worden door conversie van CO<sub>2</sub> en/of CO uit zeer moeilijk te vermijden emissies (bijv. uit de cement- en staalindustrie), biogene afvalgassen, biogas emissies of zelfs uit de lucht en water. Alhoewel de omzetting naar koolwaterstoffen of andere bruikbare materialen vaak energie-intensief is, is zij cruciaal voor het sluiten van de koolstofketen in het kader van een CO<sub>2</sub>-neutrale en circulaire economie.

#### MMIP 6 – Grondstoffen en producten voor circulariteit van koolstof

Onderwerp (deel- programma)	Circulariteit	Bio-grondstoffen	CCU
<b>MMIP-Doel</b>	50% reductie van het primair gebruik van fossiele koolstof in 2030, naar vrij van virgin fossiele input in 2050		
<b>Doel</b>	50% reductie van primaire grondstoffen voor kunststoffen in 2030, wat overeenkomt met 950 kton kunststoffen uitgaande van huidig gebruik.	20% van het huidige fossiele grondstofverbruik in 2050 vervangen door duurzame biograndstoffen	CO en/of CO <sub>2</sub> -hergebruik voorziet in 10-25% van de koolstofvraag in 2050
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	50% reductie van het primaire grondstoffenverbruik in 2030		
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Innovaties van plastics sorteren, voorbehandelen en scheiden Conversieproces-innovaties Productinnovaties gericht op ontwerp voor recycling Keteninnovaties	Innovaties op voorbehandeling, ontsluiting en zuivering Conversieproces-innovaties Productinnovaties Keteninnovaties	Afvang, ontsluiting en opwerking van koolstof bronnen (incl. gasreiniging en -scheiding) Mineralisatie van CO <sub>2</sub> Conversie van CO <sub>2</sub> en CO naar platformchemicaliën Productinnovatie Keteninnovaties

#### Positionering

##### Nederland

1. Circulariteit van kunststoffen

Nederland heeft grote belangen in de kunststofindustrie. Er zijn in totaal ongeveer 1500 bedrijven actief, waar ongeveer 59.000 mensen werken en deze hebben een gezamenlijk een omzet van ongeveer €25 miljard. Nederland scoort internationaal goed als het gaat om circulariteit van kunststoffen en is, naast Duitsland, Zweden en Frankrijk, voortrekker op zowel collecteren/sorteren, als verwerken, opzuiveren en hergebruik van plastics en/of grondstoffen voor plastics.

2. Biograndstoffen voor producten

Nederland is goed gepositioneerd voor de verwerking van biobased grondstoffen. Nederland heeft uiterst competitieve havens, een sterk agrifood cluster, koplopers in de chemische industrie op het vlak van biobased en recycling en een sterke logistieke sector. Nederlandse bedrijven behoren tot de mondiale voorhoede op het gebied van duurzaamheid en innovatie. Nederland is zowel een grote importeur als exporteur van biobased grondstoffen en voedsel.

### 3. CCU

De positie van CCU in het Nederlandse innovatiebeleid staat nog niet vast. Er vindt dan ook nog geen sturing plaats op bepaalde CCU-routes. Omdat CCU een breed onderzoeksgebied is met vele verschillende technologieroutes, bestaat hiermee het risico op versnippering van onderzoek. Daarnaast is nog onduidelijk of Nederland voldoende competitieve voordelen heeft ten opzichte van andere landen. Een aantal routes is met succes gedemonstreerd in Nederland. CO<sub>2</sub>-levering aan de glastuinbouw vindt al jaren plaats. Met name de chemische industrie, de staalindustrie en afvalverbrandingsinstallaties zijn actief op CCU. Rondom mineralisatie en toepassing in bouwmaterialen kent Nederland ook meerdere start ups en MKB-bedrijven.

#### Internationaal

Internationaal gezien is er voor MMIP 6 het verband van Vlaanderen, Nordrhein-Westfalen en Nederland, waarbinnen gewerkt wordt aan een trilaterale strategie voor de chemische industrie, met broeikasgasemissiereductie en grondstoffentransitie als belangrijke speerpunten.

CCU is internationaal een relatief jong onderzoeksgebied. Wereldwijd vindt de meeste activiteit plaats in de VS en West-Europa. Binnen Europa vinden de meeste projecten plaats in Duitsland, waar met (veel) subsidie grote langdurige programma's zijn opgezet, met Nederland als goede tweede.

#### 1. Circulariteit

Voor Circulariteit van kunststoffen zijn CEFLEX, EllenMcArthur Foundation (EMF), Alliance to End Plastic Waste (AEPW) en Circular Plastics Alliance (CPA; onderdeel van EU) belangrijke industrie gedreven organisaties met eigen onderzoeksprogramma's. Daarnaast zijn de volgende internationale branche-organisaties relevant: Plastics Europe, Plastics Recycling Europe, VinylPlus, European Plastic Converters, WEEE Forum en EERA. Tevens zijn Duitsland (met bedrijven als BASF, Clariant, Covestro en Evonic), België (met bedrijven als Solvay en Ravago) en Frankrijk (met bedrijven als Total en Michelin) belangrijke trekkers in de EU op het gebied van nieuwe wetgeving en systeemdenken.

#### 2. Biograndstoffen

In Europa spelen op het gebied van onderzoek en gebruik van biogebaseerde grondstoffen voor materialen Finland (met onderzoek op o.a. University of Helsinki, Aalto University, VTT en bedrijven als Neste, UPM en Stora Enso), het VK (met onderzoek op o.a. University of York, University of Bath en Imperial College London), Duitsland (met o.a. Fraunhofer Institute for Chemical Technology en Technical University of Munich en bedrijven als BASF, Bayer, Coverstro en Merck) en Italië (met bedrijven als Novamont en Bio-on) een belangrijke rol.

#### 3. CCU

In Europa spelen op het gebied van onderzoek en ontwikkeling van CCU-technologie Duitsland (met onderzoek op o.a. Technical University of Munich en University of Stuttgart en bedrijven als Covestro, Sunfire GmbH, Carbon Upcycling Technologies, Ineratec GmbH), het VK (met onderzoek op o.a. Imperial College London, University of Sheffield, University of Cambridge en University of Edinburgh en bedrijven als Carbon Clean Solutions Ltd, LanzaTech en Eonic Technologies) een belangrijke rol.



### *Doorsnijdende internationale activiteiten op het gebied van digitalisering*

Op het gebied van digitalisering is er een groot Europees initiatief rond data voor de circulaire economie. Dit is het Bellagio proces (mede ondersteund door Nederland): "Monitoring progress in Europe's circular economy" is een initiatief van het Italiaanse Instituut voor Milieubescherming en Onderzoek (ISPRA) en het Europees Milieuagentschap (EEA), dat tot doel heeft de belangrijkste principes en gebieden voor toekomstig werk te consolideren om de monitoring van de circulaire economie te verbeteren.

### *Nationale programma's*

In het programma Circular Plastics.NL (CP.NL) binnen het National Groeifonds worden veel partijen betrokken bij een breed nationaal innovatieprogramma, dat gestart is in 2023 en loopt tot 2032. Dit moet een enorme boost geven aan de circulariteit van plastics. Aanvullend hierop dragen ook initiatieven zoals het [Plastic Pact NL](#) bij aan het verminderen van plasticgebruik in NL. Door het aangaan van allianties in Europa zoals het Circular Plastic Allience (CPA) is tevens het internationale perspectief en de Europese samenwerking goed belegd.

Deelprogramma biograndstoffen raakt aan het voorstel Biobased Circular, dat in 2023 van het Nationaal Groeifonds werd gehonoreerd. Dit voorstel legt het accent op koolhydraatrijke grondstofstromen voor op biopolymeren gebaseerde producten en applicaties. Diverse circulaire waardeketens worden in dit voorstel beoogd. Door dit voorstel ligt er potentieel een sterke basis onder de biograndstoffen die nodig zijn om een netto koolstofneutrale kringloop van grondstoffen en producten mogelijk te maken.

Voor het deelprogramma CCU heeft een grote groep stakeholders zich verenigd in het Groeifondsvoorstel Future Carbon NL, dat echter niet is gehonoreerd. Future Carbon NL heeft een kern van industriële eindgebruikers met koolstof waardeketens, en een brede basis van onderzoek en technologieleveranciers.

De twee in het Nationaal Groeifonds toegekende programma's dekken een belangrijk deel van MMIP 6 af, maar zijn ook specifiek in hun aanpak dan we binnen de IKIA willen zijn in deze fase. Dat betekent dat naast deze programma's ook generieke regelingen nodig zijn, en dat er een belangrijke rol ligt voor TKI's om nieuwe partijen te verbinden aan de consortia van deze programma's.

### *MMIP 7 - CO<sub>2</sub>-vrije industriële energiehuishouding*

#### *Doelstellingen*

Om het toekomstbeeld voor de industrie te bereiken, zijn er een aantal discrete maar samenhangende doelen gedefinieerd, die via de deelprogramma's onder MMIP 7 nagestreefd worden:

1. Verduurzaming warmtebehoefte < 300 °C in 2030.
2. Verduurzaming warmtebehoefte > 300 °C in 2050.
3. Opties voor flexibele elektrische vraag in de industrie beschikbaar in 2030 en verder.
4. Nieuwe CO<sub>2</sub>-emissie-vrije productieroutes en scheidingsprocessen in 2050.
5. Productie van duurzame waterstof tegen een concurrerende prijs t.o.v. fossiele referentie in 2030.

Daarmee wordt gestreefd naar 66% CO<sub>2</sub>-emissiereductie voor de industrie in 2030 en een CO<sub>2</sub>-neutrale energievoorziening in 2050, in lijn met het Nationaal Programma Verduurzaming Industrie.

Om de warmtebehoefte en aandrijving te verduurzamen zal naast efficiencyverbeteringen en nieuwe procesroutes de rol van elektrificatie cruciaal zijn. De potentiële totale warmtebehoefte voor de huidige Nederlandse industrie zal door een zekere mate van krimp in de brandstoffensector en energiebesparing mogelijk dalen van 155 TWh in 2018 naar zo'n 130 TWh in 2050. Deze vraag kan grotendeels door directe of indirecte elektrificatie worden geleverd met daarnaast een belangrijke rol voor energieopslag en waterstof voor flexibiliteit, stabilisering en als grondstof. Rond 2030 is mogelijk al tussen de 30-80 TWh aan industriële elektrificatie plausibel, doorgroeiend naar mogelijk 130 TWh in 2050.

Op de relatief korte termijn ligt de focus op nuttig (her)gebruik van lagere temperatuur warmte in industriële processen. Hiervoor zijn warmtepompen en -transformatoren, warmteopslag en integratie van processtappen die warmte gebruiken, essentieel. De implementatie van deze, meestal elektrisch aangedreven, opties vraagt om een systeemperspectief op industriële warmtesystemen voor hoge én lage temperatuur en bijbehorende energie-infrastructuur tot op het niveau van industrieclusters.

De ontwikkelingen van power-to-heat oplossingen voor de lagere temperatuursregimes kan in het gunstigste geval gepaard gaan met een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 20 Mton. De verdere verduurzaming van de hogere temperatuur warmtebehoefte vereist complexere aanpassingen aan fornuizen en geheel nieuwe processen.

De rol van groene waterstof is evident in het hele plaatje van industriële elektrificatie. Naast de hierboven beschreven opgave tot CO<sub>2</sub>-reductie via inzet van diverse innovatieve oplossingen is dus de productie van waterstof een essentieel onderzoeksterrein.

#### Deelprogramma's en fasering

Het huidige MMIP 7 kent vier deelprogramma's:

1. **Reduce energieafhankelijkheid:** Het is te verwachten dat energie-beschikbaarheid - ook van duurzame energie - voor langere tijd gelimiteerd zal zijn, zodat volop aandacht voor reductie in het gebruik nodig blijft. Dit geldt zowel voor bestaande processen als nieuwe conversieroutes – die vooral energie-efficiency en flexibiliteit als voornaamste drijfveren hebben.
2. **Re-use energie:** In vele gevallen worden processen op hoge temperatuur bedreven en worden de producten daarna afgekoeld voor verdere bewerking, opslag of transport. De warmte die (na cascadering) bij die afkoeling vrijkomt vertegenwoordigt een grote energiestroom op een lagere temperatuur. Het hergebruik van deze warmte binnen de fabriekspoort of daarbuiten kan een grote impact hebben op de vraag naar primaire energie.
3. **Replace energiedragers:** Na *reduce* en *re-use* zal er nog een resterende primaire energievraag overblijven. Hiervoor zullen de huidige fossiele energiedragers vervangen moeten worden. Er zullen naast elektriciteit deels ook andere energiedragers nodig blijven zoals waterstof, synthetische brandstoffen en bio-brandstoffen.
4. **Produce elektrolytische productie van waterstof:** Naast *gebruik* van energie, geven we in MMIP 7 aandacht aan de industriële productie van waterstof, inclusief waterstofdragers, -opslag en -toepassing.

De relatie tussen de doelen voor MMIP 7, de deelprogramma's en subthema's staan vermeld in onderstaande tabel.

#### MMIP 7: CO<sub>2</sub>-vrije industriële energiehuishouding

Onderwerp	Reduce energie-afhankelijkheid	Reuse energie	Replace energiedragers	Produce - Elektrolytische
-----------	--------------------------------	---------------	------------------------	---------------------------

<b>MMIP-doel</b>	66% CO2-emissiereductie in 2030; een CO2-neutrale energievoorziening in 2050			
<b>Doel</b>	In 2030 30% lager energiegebruik per eenheid product dan in 2020.	De warmtebehoefte <300 °C in 2030 volledig ingevuld door warmte-integratie, -hergebruik en elektriciteit.	De primaire energie voor warmte <300 °C in 2030 volledig elektrisch ingevuld.  Elektrificatie van warmte >300 °C in 2030 op demo-schaal bewezen, en in 2040 is deze voor minimaal 50% elektrisch ingevuld.  Kostenefficiënte flexibele elektrische processen en energiesystemen op uurs-dagbasis bieden gemiddeld 10% flex vergeleken met base-load. <sup>4</sup>	Productie van duurzame waterstof tegen een concurrerende prijs t.o.v. fossiele referentie in 2030
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Efficiency van processen  Digitale productie- en ketenondersteuning	Systeemconcepten voor warmte en koude  Digitale productie- en ketenondersteuning	Elektrificatie in het industriële energiesysteem  Nieuwe elektrische processen en technieken  Digitale productie- en ketenondersteuning  Inzet van klimaatneutrale brandstoffen	Elektrolyse systemen  Nieuwe elektrische processen en technieken

### Positionering

#### Kennispositie Nederland

**Reduce (energie efficiëntie)** - De Nederlandse procesindustrie is lang over de hele linie koploper geweest in energie efficiëntie. Met een laag aantal investeringen de afgelopen 10 jaar, brokkelt die positie af. De kennis over efficiëntie van bestaande processen is van oudsher groot, en de kennisuitwisseling tussen bedrijven, kennisinstellingen en netwerkorganisaties is nog steeds sterk. Investeringen in nieuwe procestechnologie zullen vaak op het vlak van elektrificatie liggen. Voorbeelden hiervan zijn aandrijvingen, nieuwe elektrisch gedreven reactoren en elektrochemie. In Nederland is een actieve subsector van apparaat- en componentleveranciers. Een aantal bedrijven heeft zich op het gebied van efficiëntie verzameld in het 6-25 initiatief, onder leiding van FME. Er liggen dus kansen om op dit vlak een goede positie te behouden.

**Re-use van energie** - Eindgebruikers in de industrie voelen een groeiende noodzaak om (met name) warmte hergebruik te verbeteren. Daarvoor zijn meestal voldoende technologie-opties voorhanden, maar ontbreken de concepten voor integratie of de ervaring daarmee. ISPT heeft al een aantal jaar een warmteplatform voor kennisuitwisseling. TKI E&I heeft de ambitie om daar een rol van procesregisseur aan toe te voegen, zodat bedrijven tot actie over kunnen gaan.

**Replace (elektrificatie)** - De routekaart elektrificatie in de industrie (2021) heeft de grote potentie van elektrificatie in de industrie laten zien. Energiebedrijven, netbeheerders en industrie in Nederland zien het belang van elektrificatie, en willen vol inzetten op deze route. Naast technische innovaties, zien we vooral behoefte aan randvoorwaarden voor de industrie die elektrificatie mogelijk maken (zie ook 4.2). De werkgroep power-to-industry bewaakt de voortgang van de routekaart en probeert

elektrificatie te versnellen door barrières weg te nemen. Van belang is dat het beleid vanuit de rijksoverheid de voorwaarden creëert waarbinnen investeringen in elektrificatie kunnen plaatsvinden. De maatwerkafspraken en het Nationaal Programma Energiesysteem zijn hier belangrijke bouwstenen in.

Produce (waterstof) - Het Nederlandse ecosysteem voor waterstof is de afgelopen jaren explosief gegroeid. Aan de kant van technologie-aanbod zijn diverse spelers actief, en nieuwe spelers treden toe tot het netwerk. Ook aan de kant van toepassing, transport en opslag, en import van waterstof groeien de activiteiten. In MMIP 7 ligt onze focus op de grootschalige productie en industriële toepassing van waterstof. Voor een meer gedetailleerde beschrijving verwijzen we naar het innovatieprogramma waterstof, dat ook in 2022/'23 is herijkt.

### Nationale programma's

*Deelprogramma's reduce en reuse* zijn bij uitstek geschikt voor implementatie en opschaling via herhaalde toepassing van vergelijkbare apparaten in een steeds meer gestandaardiseerde integratie. Juist op die integratiestap is nog werk te verzetten. Daarvoor voorzien we een versnellingsprogramma, dat wellicht in het nationaal groeifonds een plek kan krijgen.

*Deelprogramma replace* op het gebied van (directe) elektrificatie heeft in ronde 1-3 nog geen aandacht gekregen in het nationaal groeifonds. Voor ronde 4 is een voorstel in voorbereiding dat grootschalige vraag- aanbodkoppeling van offshore wind en industrieel elektriciteitsverbruik moet gaan afdekken (REFLEX). Dit voorstel zal innovaties op het gebied van flexibiliteit aanjagen.

*Deelprogramma produce* voor waterstof is in het nationaal groeifonds opgepakt door GroenvermogenNL I en II. Dit programma omvat met name elektrolyserontwikkeling en -opschaling, en is grotendeels gericht op toepassing in de industrie.

## MMIP 8 - Keten- en systeemaspecten

### Doelstellingen

MMIP 8 richt zich op innovaties die een rol spelen als je de functie van de industrie bekijkt naar zijn plaats in de keten of naar zijn rol in het (energie-)systeem. MMIP 8 geeft zicht op de context waarin de technologische innovaties van MMIP's 6 en 7 moeten functioneren – in industriële sites of fabrieken, in een regionale context, verbonden aan lokale, nationale of internationale aanvoerketens voor grondstoffen en energie.

Om bij te dragen aan missie C, een klimaatneutrale en circulaire industrie in 2050, zijn investeringsbeslissingen in productiemiddelen nodig voor:

- Opwek van hernieuwbare elektriciteit
- Elektrificatie en ombouw van industriële processen
- Afvang en opslag van CO<sub>2</sub>
- Gebruik van circulaire koolstofbronnen en grondstoffen

Het is van belang dat deze investeringen gezamenlijk een zo hoog mogelijk rendement realiseren. Dat betekent dat het nodig is dat de processen efficiënt met energie en grondstoffen omgaan, goed op elkaar zijn afgestemd en er zo een robuust systeem met maximale synergie ontstaat. MMIP 8 biedt de basis om hierbij afwegingen te maken: welke ketens zijn tot wasdom te brengen en hoe passen deze optimaal in de Nederlandse omgeving.

### Deelprogramma's en fasering

De vier deelprogramma's richten zich op de systeeminnovaties die nodig zijn om de transformatie van een lineaire naar een groene, duurzame en circulaire industrie mogelijk te maken. We kijken daarbij

stapsgewijs naar de primaire ketens die verduurzamen (Deelprogramma 1). Infrastructuur en opslag versterken deze ketens door robuustheid en leveringszekerheid te borgen (Deelprogramma 2). Opslag van CO<sub>2</sub> zal doorlopend een rol spelen en uiteindelijk moeten bijdragen aan negatieve emissies (Deelprogramma 3). Deze drie deelprogramma's worden versterkt door digitale innovaties – van strategisch ontwerp tot operatie en onderhoud (Deelprogramma 4).

1. **Energie en grondstoffen in een nieuw systeem:** In MMIP 6 en MMIP 7 worden de technologische innovaties voor circulaire grondstoffen en de energiehuishouding in de industrie uiteengezet. Deelprogramma 1 van MMIP8 behandelt de inpassing van deze innovaties. Bij transitie op een site gaat het om het samenspel van nieuwe technologieën. Slimme keuzes maken de ombouw van de energiehuishouding inzichtelijk en zorgen dat de sites om kunnen gaan met variabele stroom. Methodes om dit uit te werken staan hier centraal en kijken vanuit het proces tot aan de inrichting van hele sites.
2. **Infrastructuur en opslag:** Grote variaties van hernieuwbare elektriciteit en grote importstromen van hernieuwbare grondstoffen en energiedragers maken dat (transport-)infrastructuur en opslag op allerlei plekken en schalen een rol gaan spelen. In dit deelprogramma worden deze gestructureerd in kaart gebracht en de grootste innovatieopgaven behandeld. De nieuwe ketens beschreven in deelprogramma 1 kunnen alleen tot stand komen als ze door de juiste infrastructuur en opslag ondersteund worden. Door de toenemende rol van duurzame energie en voor de uitvoering van circulariteit zullen allerlei aanpassingen binnen fabrieken en sites, gaan plaatsvinden, zowel sectoraal als regionaal. Op al deze aggregatieniveaus moeten nieuwe netwerken worden aangelegd en verbindingen worden gemaakt. Al deze veranderingen zullen door infrastructuur ondersteund moeten worden. Vanwege de variabele energiebronnen en de rol van bijvoorbeeld import zal dit ook zwaar ondersteund moeten worden door opslag.
3. **Transport en opslag van CO<sub>2</sub> (CCS):** De verwachting is dat opslag van CO<sub>2</sub>, zeker in de komende decennia, belangrijk zal zijn voor de eerst grote slag in emissiereductie. Door de introductie van nieuwe processen en een afnemende rol van fossiele brandstoffen, zal de opslagrol verschuiven van emissiereductie naar negatieve emissies. De lange-termijn uitdagingen en alternatieve oplossingen hiervoor worden in dit deelprogramma behandeld.
4. **Digitalisatie voor nieuwe industrie:** De doorlopende ontwikkeling en groei van digitale middelen en technieken speelt een steeds belangrijkere rol bij de industrietransformatie. We leven in een steeds data-rijkere wereld en die beschikbaarheid en uitwisseling van data maakt nieuwe diensten mogelijk of ondersteunt bestaande diensten. Daarnaast krijgen we steeds meer integratie van digitale middelen met de fysieke wereld. Dit is mede mogelijk door de snel doorgaande ontwikkeling van hardware die steeds meer integratie en decentralisatie mogelijk maakt.

Digitale technieken spelen een belangrijke rol bij het ondersteunen van besluiten rond de transformatie en inzet van het industriële systeem in samenhang met haar omgeving. Data-gedreven besluiten raken alle elementen in de keten die een verbinding maken tussen de grondstoffen en energie en ander hulpmiddelen (de input kant) en de gebruikskant, de markt waaraan producten geleverd worden. Daarnaast speelt de beschikbaarheid van data een belangrijke rol bij certificering van groene grondstoffen en energiedragers.

#### MMIP 8 – Keten- en systeemaspecten

Onderwerp (deel-programma)	Energie en grondstoffen in een nieuw systeem	Infrastructuur en opslag	Transport en opslag van CO <sub>2</sub> (CCS)	Digitalisatie voor nieuwe industrie
MMIP-doel	De industrie is in 2027 in staat verduurzamingskeuzes integraal af te stemmen op het verwachte energie- en grondstoffsysteem			

<b>Doel</b>	Afstemming van energie- en koolstofvraag van productieprocessen op de Nederlandse productie- en importcapaciteit voor duurzame energie en circulaire grondstoffen in 2050.	In 2027 zijn strategieën en technologie voor infrastructuur en opslag beschikbaar op site, cluster en (inter)nationaal niveau, die de toekomstige behoefte aan infrastructuur optimaliseren.	CCS kan voor 2030 op 11 Mton-schaal worden geïmplementeerd op basis van een heldere maatschappelijke visie en implementatieplannen voor transport- en opslag infrastructuur.	In 2027 kan de systemische impact van strategische, tactische en operationele beslissingen van een bedrijf binnen en buiten de poort worden doorgerekend en afgestemd op andere systeemonderdelen.
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	<p>Inpassing van energie-intensieve processen en koolstof circulariteit in een duurzaam energie- en grondstoffensysteem.</p> <p>Maatschappelijke inbedding van groene grondstoffen en producten.</p> <p>Energie- en grondstoffenintegratie van deelsectoren uit het zesde cluster.</p> <p>Circulariteit van complexe stromen van gemende samenstelling.</p>	<p>Regionale uitwisseling van energie en grondstoffen om impact op energie-infrastructuur te minimaliseren</p> <p>Sectorale strategie voor transformatie in een duurzaam energiesysteem door middel van conversie, opslag en vraagsturing.</p> <p>Nationale en internationale systeemoptimalisatie en impact op economie, maatschappij en milieu</p>	<p>Rol en perspectief van CCS naar 2050</p> <p>Maatschappelijke acceptatie en besluitvorming rond CCS</p> <p>Grootschalige, open transport- en opslaginfrastructuur</p> <p>Negatieve emissies en alternatieve vormen van permanente opslag</p>	<p>Systeemontwerp van industrie in nieuwe energie- en grondstoffenketens.</p> <p>Site-optimalisatie en operationele processturing in nieuwe hoog-volatiële energiemarkten.</p> <p>Traceerbaarheid en certificering van de footprint van grondstoffen en producten door de keten.</p>
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	Een afwegingskader voor de optimale ketens en systemen voor een klimaatneutrale en circulaire industrie in 2050			

## Positionering

### Kennispositie Nederland

Voor de ontwikkeling van nieuwe ketens, ombouw van bestaande ketens en afstemming op systeemintegratie vinden veel regionale en nationale ontwikkelingen plaats. In de regio's worden in de praktijk nieuwe ketens verkend en opgebouwd. Daarnaast wordt er ook veel nieuwe kennis ontwikkeld over de ketens van de toekomst.

Tegelijk wordt er veel werk gedaan voor beleidsondersteuning en ontwikkeling van infrastructuur. Dit wordt ondersteund met data en modellen, analyses (opdrachten) en verkenningen. Voor hun transitieopgave maken bedrijven hun eigen plannen en stemmen die af met de overheid (o.a. via de maatwerk afspraken) en met netbeheerders (via het cluster of aanvragen van netaansluitingen).

In deze processen verloopt communicatie en besluitvorming vaak moeizaam. Bedrijven hebben meerdere opties en door onzekerheid van beschikbare infrastructuur of marktontwikkelingen houden ze die open totdat er meer zekerheid is. De ontwikkeling van bedrijven gezamenlijk hangt samen met de rol van toekomstige industrie in Nederland. Er wordt in de industrie veel verkennend werk verricht om de ombouw van de industrie mogelijk te maken. De eerste grootschalige projecten voor bijvoorbeeld waterstofproductie worden geïntroduceerd, elektrificatie en flexibiliteit wordt langzamerhand ontwikkeld en grote projecten en programma's op bedrijfsniveau worden aangekondigd en uitgewerkt. Deze ontwikkeling gaat hand-in-hand met de ontwikkeling van de Cluster Energie Strategieën (CES-en) die aangeven welke infrastructuur nodig is om de ombouw te realiseren. Daarnaast worden activiteiten ontwikkeld voor kennisopbouw en ondersteuning van

nieuwe bedrijvigheid. Per industriecluster worden er grootschalige projecten ontwikkeld en is er vaak ook een innovatief ecosysteem aanwezig dat verkenningen voor nieuwe technologie, nieuwe ketenvorming die past bij het cluster, en nieuwe ecosystemen ontwikkeld.

### Nationale programma's

Het MMIP Keten- en Systeemaspecten heeft een duidelijk verband met de andere missies van Missie C, en daarnaast met andere MMIP's van de Topsector Energie. We benoemen ze hier kort.

In MMIP<sub>1</sub> wordt gekeken hoe verdergaande opschaling van offshore wind tegen de laagste kosten gerealiseerd kan worden. Een belangrijke uitdaging is daarbij dat de opgewekte stroom maximaal benut kan worden en dat daarbij op zonarme en windstille dagen zonder CO<sub>2</sub> emissies de industrie toch door kan draaien, of in staat is met het afnemend aanbod mee te bewegen. MMIP 8 hangt daarom samen met:

- MMIP 1 – Wind op Zee – binnen deze MMIP ligt de focus op doorontwikkeling van offshore windparken, verdergaande realisatie van kostendaling, en systeemintegratie, onder andere via conversie en opslag offshore. Deze integratievraagstukken kunnen niet los gezien worden van de transitie in de industrie, die een van de grootste geconcentreerde afnemers van energie is.
- MMIP 13 – Systeemintegratie – sluit ook heel dicht aan tegen deze missie. Het verdelingsvraagstuk van energie over de verschillende gebruikers gaat verder dan de industrie. Een rechtvaardige transitie houdt de balans tussen gebruikers in de gaten, en de ontwikkeling van infratructuur, slimme opslagvormen en inzet van grootschalige opslag valt hierbij samen. Daarnaast zijn slimme digitale technieken om transitiepaden te verkennen en te analyseren, het gebruik en delen van data, en veel andere geavanceerde decision-support tools en methoden in beide MMIP's belangrijke prioriteiten.
- De samenhang met andere MMIP's en TSE breed is ook helder. De systeemrol van de industrie in leveren van duurzame brandstoffen hangt samen met inzet in mobiliteit, verdelen van energie over industrie en gebouwde omgeving, en de uitkoppeling van restwarmte naar de gebouwde omgeving hangt samen met Urban Energy.

### Internationale programma's

#### **Omringende landen & Noordzee**

Ook internationaal zullen de waardeketens, en daarmee de stakeholders en actoren, veranderen. In omringende landen worden nieuwe samenwerkingen opgezet met de focus op een internationaal waterstof en energienetwerk.

North Sea Port is een fusie van de havens van Gent, Terneuzen en Vlissingen waar wordt gewerkt aan circulariteit, duurzaam transport en waterstof. Andere relevante samenwerkingen en projecten zijn: Cleantech cluster Gent (bestaand uit de Stad Gent, North Sea Port, de Universiteit Gent, de Provincie Oost-Vlaanderen, de Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij Oost-Vlaanderen en i-Cleantech Vlaanderen)

Smart Delta Resources, Delta Corridor Project (vier pijpleidingen tussen de Rotterdamse haven, Chemelot en het Duitse Rijnland), North Sea Wind Power Hub (TenneT, Energinet (Denemarken), Gasunie en het havenbedrijf Rotterdam)

#### **Europa en Internationaal**

In Europa zijn toonaangevende innovatieorganisaties actief gericht op onder andere waterstof en duurzame industrie in samenhang met de Europese Commissie. Belangrijk zijn de



brancheverenigingen zoals Cefic, CEPI en vele anderen, de European Technology Platforms zoals Suschem, European Hydrogen and Fuel Cell TP, ESTEP voor staal en meer<sup>1</sup>. Daarnaast zijn de PPPs en Joint Undertakings actief in programmeren en agenderen van innovatieprogramma's met de Europese commissie. Relevant zijn hier onder andere SPIRE, Biobased Europe en Hydrogen Europe.

Naast deze netwerken die gelieerd zijn aan de activiteiten van de Europese Commissie zijn er ook denktanks actief in Europa. Denk hierbij onder andere aan Agora Energiewende, Rystad, Nova Institute en nog meer.

International verbanden gericht op ontwikkeling van nieuwe ketens en ontwikkeling van duurzame energie en industrie zijn onder andere aan het toonaangevende International Energy Agency (IEA), en het International Renewable Energy Agency (IRENA), maar ook bijvoorbeeld de Rocky Mountains Institute (RMI), de World Resource Institutes (RWI), IMPCA (International Methanol Producers and Consumers Association), Methanol Institute, Ammonia Energy Association, Hydrogen Council.

## Missie D+ - Mobiliteit

Deze samenvatting bevat het programmaplan voor de periode 2023-2026 van Missie D+, het meerjarige missie gedreven innovatieprogramma m.b.t. een duurzaam en toekomstbestendig mobiliteitssysteem. In de vorige IKIA was dit uitgesplitst naar MMIP 9 en MMIP 10.

### Doelstelling

Het doel van Missie D+ is om de ontwikkeling én opschaling van duurzame mobiliteitsoplossingen te bevorderen die de klimaatdoelstellingen voor mobiliteit binnen handbereik brengen en deze te verbinden met andere maatschappelijke opgaven binnen mobiliteit, waaronder veiligheid, leefbaarheid, gezondheid en bereikbaarheid en met de transitie naar duurzaamheid en circulariteit van de economie als geheel.

We leven in een complexe periode met onder andere de klimaatcrisis, een acute energiecrisis a.g.v. de oorlog in Oekraïne, schuivende geopolitieke verhoudingen, polarisatie in de maatschappij, een grote woningbouwopgave, de (aanpak van de) stikstofproblematiek, personeelstekorten en een noodzaak tot het ontwikkelen van andere competenties om al die problemen aan te pakken. Die ontwikkelingen hebben ook impact op mobiliteit en logistiek<sup>1</sup> en interacteren met ontwikkelingen die binnen de sector zelf plaatsvinden. Samen leiden ze tot trendbreuken of tot de noodzaak om - naast incrementele innovaties - trendbreuken te organiseren om het mobiliteitssysteem duurzaam en toekomstbestendig te maken. Bij al die systeemvragen speelt ook de betaalbaarheid van mobiliteit voor alle Nederlanders, nu en in de toekomst.

### Transitiepaden

Juist Nederland heeft de competenties bij bedrijven, kennisinstellingen, maatschappelijke organisaties en overheden om deze trendbreuken te realiseren. Transitiepaden Dit missieprogramma biedt handvatten om met focus te werken aan die innovatiethema's die nodig zijn om de transitie naar een duurzaam en toekomstbestendig mobiliteitssysteem mogelijk te maken en te versnellen.

Daarbij staan 3 transitiepaden centraal:

1. Welzijn faciliteren in plaats van mobiliteit - Dit transitiepad richt zich vooral op de burger en de mobiliteitsbehoeften in relatie tot de omgeving;
2. Samen met mobiliteit de energietransitie versnellen - Dit transitiepad verbindt het energie- en mobiliteitssysteem: Verduurzaming van voer-, vaar- en vliegtuigen vereist efficiënte voertuigen op duurzame energie. In combinatie met smart technologie kunnen die voertuigen ook helpen om

verduurzaming van het energiesysteem, m.n. ook in woonwijken en op bedrijventerreinen, te versnellen;

3. Mobiliteit in een duurzame, circulaire wereld - Mobiliteit en logistiek zijn nauw verweven met de economie als geheel. En die economie gaat er in een duurzame en circulaire wereld heel anders uitzien. En als die context verandert, zullen ook mobiliteit en logistiek veranderen, incl. de manier waarop voertuigen en infrastructuur worden geproduceerd en ingezet. Dit transitiepad beschrijft hoe circulaire logistieke ketens en productieketens worden gevormd en hoe innovatie van mobiliteit dit proces versterkt en versneld.

### Deelprogramma's

De transitiepaden zijn de inspiratie voor de opgave. In de deelprogramma's zijn de kennis- en innovatievragen bij elkaar gebracht die zicht geven op oplossingen.

In mobiliteit zijn verduurzaming (1) en digitalisering (2) de twee hoofdonderwerpen waarop bijna alle innovatie op dit moment plaatsvindt. Missie D+ voegt hier een derde verbindend hoofdonderwerp aan toe met 'breder kennisvragen over sturing van transitie' (3).

#### 1. Verduurzaming:

- Duurzame aandrijftechnologie en energiedragers
- Toepassing specifieke technische innovaties t.b.v. de inzet van duurzame energie in energie-efficiënte voertuigen
- Generieke technologie/enablers
- Innovatie-opgaven en kennisvragen m.b.t. (versnelde) introductie en opschaling van oplossingen voor duurzame mobiliteit 1 Missie D+ omvat personenmobiliteit en vervoer van goederen. Daar waar in dit document over "mobiliteit" wordt gesproken, wordt dus meestal mobiliteit én logistiek bedoeld.
- Niet-CO<sub>2</sub>-gerelateerde kennisvragen en innovatie-opgaven voor duurzame mobiliteit
- R&D-faciliteiten voor duurzame mobiliteit

#### 2. Digitalisering:

- Smart mobility en systeeminnovatie in mobiliteit en logistiek
- Slimme mobiliteit en logistiek – optimaliseren / transformeren op maatschappelijke doelen
- Verkeersmanagement, connectivity en automatisering
- Slimme personenmobiliteit: ketenreizen en deelmobiliteit
- Slimme logistiek
- Nieuwe voertuigen en vervoersconcepten (inclusief autonoom rijden/varen)
- Kennisvragen m.b.t. (overig) beleid voor slimme, efficiënte en veilige mobiliteit & logistiek
- R&D-faciliteiten voor slimme en veilige mobiliteit

#### 3. Breder kennisvragen m.b.t. sturing van de transitie:

- Systeemvraagstukken
- Sociale innovatie en systeeminnovaties
- Nieuwe tools en afwegingskaders
- Mobiliteit in ruimtelijke context
- Circulariteit
- Resilience / robuustheid van infrastructuren en het mobiliteitssysteem

Integraal onderdeel van het hernieuwde missieprogramma D+ is het ["Binas tabellenboek van innovatieopgaven en kennisvragen voor duurzame en toekomstbestendige mobiliteit voor de periode](#)

2023 – 2026". Hierin staan gedetailleerde beschrijvingen van kennisvragen en innovatieopgaven in mobiliteit en logistiek die op korte termijn moeten worden opgepakt door de betrokken partijen zoals topsectoren, kennisinstellingen, onderwijsinstellingen, overheden, MKB en industrie.

### **Werkwijze en doelen missie D+**

In hoofdlijnen willen we ons met dit programma in de komende periode richten op:

- Het inzicht geven in de mogelijkheden van innovatie in het mobiliteitsdomein met een doorvertaling naar de maatschappelijke effecten;
- Het vergroten van het urgentiegevoel en het realiseren van meer (publieke) investeringen voor innovatie op duurzame mobiliteit. En daarmee de transitie versnellen;
- Verbetering van de wisselwerking tussen technische innovatie, institutionele innovatie (waaronder inzet vanuit beleid) en sociale innovatie (bijv. de interactie tussen gedrag, technologie en samenleving).

Met deze combinatie zorgen wij er ook voor dat ontbrekende schakels worden opgepakt en onderwerpen die op andere plaatsen niet of niet voldoende zijn belegd. Deze hoofdlijnen hebben we vertaald naar de volgende tactische lijnen, die de werkwijze van missie D+ typeren:

- Samen met een brede groep stakeholders verkennen van ontwikkelrichtingen van het toekomstige mobiliteitssysteem (incl. eigenaarschap);
- Organiseren van crossovers tussen (top)sectoren;
- Focus op opbouwen van het gewenste mobiliteitssysteem en afscheid nemen van bestaande gebruiken die niet meer voldoen;
- Samenwerken en verbinden en draagvlak/eigenaarschap creëren.

Het missieteam voor Missie D+ heeft zichzelf 2 doelen gesteld. Het missieteam ziet het als haar rol om blijvend de urgentie en grootte van de maatschappelijke opgave op het gebied van duurzame en toekomstbestendige mobiliteit te agenderen, daarbij ook handelingsperspectief te bieden met gerichte innovatieve oplossingen en door kennisontwikkeling te stimuleren en verankeren mede met nieuwe partijen.

#### Doel 1

*Het missieteam wil jaarlijks op de transitiepaden 3 tot 5 signalen afgeven, waarbij een aantal van deze signalen uitmonden in een programmatische aanpak.*

In het missiegedreven innovatiebeleid is ervoor gekozen om de missies in grote mate de innovatieopgaven en kennisvragen te laten programmeren en de inzet van publieke investeringsmiddelen te laten lopen via topsectoren, TO2- en/of NWO-instellingen en via publieke regelingen bij de departementen. Dat legt ook de verantwoordelijkheid bij topsectoren, TO2- en NWO-instellingen om signalen en innovatieopgave uit Missie D+ een plek te geven in hun programmering en hier middelen op vrij te maken. Ook de HBO-wereld zal worden betrokken bij de programmering gezien hun unieke rol en positie in de regio en in het opleiden van mensen met nieuwe skills. De afgelopen 3 jaar is er ongeveer € 220 mln. aan publieke middelen geïnvesteerd via trajecten waar Missie D+ bij betrokken was. Een groot deel daarvan betreft de Subsidieregeling R&D Mobiliteitssectoren (RDM) van € 150 mln. Het laatste besluit over investeringen in het groeifonds bevat ongeveer € 400 mln. aan publieke investeringen op duurzame mobiliteit en daarbovenop een reservering van € 85 mln op smart & green mobility. Vergelijkbare bedragen worden ook door de private sector als matchfunding ingezet. Dat laat zien dat er voldoende innovatiebereidheid en absorberend vermogen in de sector aanwezig is en dat Nederland daarmee ook een mondiale

toppositie op het gebied van (innovatie voor) duurzame en toekomstbestendige mobiliteit kan waarmaken.

## Doel 2

*Het Missieteam wil Topsectoren, TO<sub>2</sub>- en NWO-instellingen en departementen uitdagen en ondersteunen met kennis om publieke middelen te investeren in een duurzaam en toekomstbestendig mobiliteitssysteem en wil met haar betrokkenheid invloed uitoefenen bij minimaal € 100-120 mln. aan bestedingen per jaar.*

Het missieteam wil een bijdrage leveren aan het in beeld brengen van de politiek-bestuurlijke en sociaal-culturele wenselijkheid van innovaties op het gebied van mobiliteit en wil via bestaande en nieuwe innovatieregelingen innovaties stimuleren die technisch, juridisch, sociaal, organisatorisch en economisch haalbaar zijn. Daartoe zal het haar achterban motiveren om meer vanuit het bredere perspectief van Missie D+ nationale of Europese groeifondsvoorstellen te ontwikkelen, met een integraal karakter.

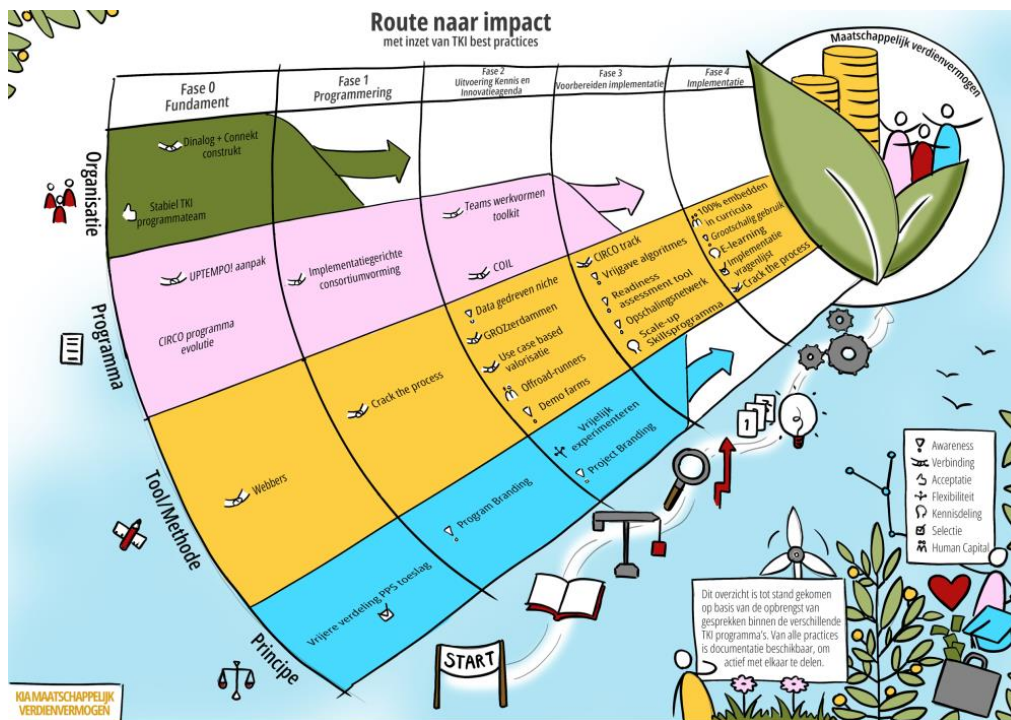
### Valorisatie en marktcreatie

Het missieteam ziet het als haar rol om blijvend de urgentie en grootte van de maatschappelijke opgave op het gebied van duurzame en toekomstbestendige mobiliteit te agenderen, maar ook het potentieel/kansen. Daarbij is handelingsperspectief bieden met gerichte innovatieve oplossingen en kennisontwikkeling stimuleren en verankeren, mede met nieuwe partijen, een belangrijk onderdeel/activiteit. Valorisatie en marktcreatie is daarmee expliciet onderdeel van de scope.

Het missieteam brengt in eerste instantie mensen/netwerken, kennis en (bestaande) middelen bij elkaar. Mocht dit ontoereikend zijn of buiten scope missieteam, wordt er een gezamenlijke effort gepleegd om de juiste financiering of structuur te vinden. .

Met de **samenstelling** van het team, met Topsectoren, TO<sub>2</sub>-instellingen, bedrijfsleven, relevante overheden en de Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen is er toegang tot een breed scala aan kanalen ter valorisatie en marktcreatie. Al naar gelang de behoefte en mogelijkheden zal gebruikt van het **juiste kanaal** aangeboord en gestimuleerd worden. Er wordt hier dus gebruik gemaakt van de netwerkfunctie van de missieteamleden.

Vanuit de KIA Maatschappelijk Verdienvermogen is onderstaande route naar impact ontwikkeld. Allereerst valt op dat in deze route enkele **best practices** genoemd staan die specifiek in de scope van Missie D+ vallen. Denk hierbij aan de combinatie Dinalog en Connekt (Topsector Logistiek) en de off-road runners, maar ook andere elementen van deze **routekaart** worden actief benut door de verschillende deelnemers aan deze missie.



Tot slot zijn de deelnemers aan het missieteam actief betrokken bij een breed scala aan initiatieven waarlangs impact gerealiseerd kan worden. Denk hierbij aan Nationale Groeifondsprojecten, RDM-projecten, de investeringsfondsen van de ROM's, regelingen van RVO en sectorale plannen van bijvoorbeeld de luchtvaart en scheepvaart. In alle gevallen is het doel om meetbare impact te realiseren, waarbij de rol van het missieteam is om af te stemmen, best practices te delen en te stimuleren. Waar mogelijk nemen de deelnemers het initiatief om aanvullende regelingen of initiatieven te ontwikkelen, juist daar waar het onontgonnen terrein is.

### Missie E – Landbouw

In 2050 levert de landbouw en het landgebruik een grote bijdrage aan het doel van klimaatneutraliteit voor Nederland. In de landbouw is de uitstoot van broeikasgassen stevig verminderd. Tegelijkertijd is er fors meer koolstof vastgelegd in de bodem en in bomen, bossen en natuur. De sector maakt geen gebruik meer van fossiele grondstoffen en is leverancier van duurzame energie.

### Theory of Change (ToC) schema



Bovenstaand schema geeft de verdeling van de ambitie in deelopgaven weer.

### Verbinding met KIA Landbouw Water Voedsel

Dit dwarsdoorsnijdend thema is ondergebracht in het meerjarig kennisprogramma klimaat. Vanuit het meerjarig kennisprogramma klimaat wordt en is input geleverd op de Theories of Change (ToC's) van de nieuwe KIA. De inhoudelijke verbindingen zijn als volgt:

- Vermindering methaanemissie is verwerkt in programma 2d: veerkrachtige dierhouderijsystemen in het deelprogramma schoon & circulair
- Koolstofvastlegging in landbouwbodems is belegd in programma 2c: veerkrachtige plantaardige productiesystemen op een duurzame bodem/substraat in het deelprogramma klimaat
- Voor Vermindering veenoxidatie worden verbindingen gelegd met 3a Toekomst bestendige ruimtelijke inrichting landelijk gebied
- De koolstofvastlegging in bomen bos en natuur is uitgewerkt in deelprogramma Nature Based Solutions voor klimaatmitigatie en natuurherstel van programma 1c Effectieve en duurzame inzet van Nature Based Solutions
- De energietransitie voor landbouw en landgebruik is uitgewerkt in programma 2f energietransitie in de land- en tuinbouw en het landelijk gebied
- Vervanging van fossiele grondstoffen door biograndstoffen komt terug in deelprogramma integraal afwegingskader voor duurzame productie en gebruik van biograndstoffen van programma 2<sup>e</sup> circulariteit, gebruik en productie duurzame grondstoffen en deelprogramma van biomassa naar biograndstoffen binnen programma 4f meervoudige verwaardiging vanaf de agrifoodsector naar food en non-food.

### Relatie met andere KIA's

In het dwarsdoorsnijdende thema klimaatmitigatie wordt met name de klimaatopgave voor de klimaatsector landbouw & landgebruik ondersteund. Vanuit de missies van de KIA LWV zijn er ook verbindingen met klimaatopgaven van andere klimaatsectoren zoals de sectoren Energie (wind op zee), Industrie (energie en water in de voedselindustrie) en Mobiliteit. In het thema Landbouw Water Voedsel zitten onderwerpen zoals energie en landbouw, klimaat en water, die niet binnen de scope van Landbouw en Landgebruik vallen. De kennisondersteuning voor deze onderwerpen wordt in beginsel overgelaten aan de desbetreffende KIA's, tenzij blijkt dat die daar niet worden opgepakt. In dat geval worden deze wel in de KIA LWV opgenomen, dit geldt bijvoorbeeld voor energietransitie op het platteland en voor water wordt dit nu uitgezocht.

### Organisatie

Om de klimaatdoelen te kunnen realiseren is ter ondersteuning in meerjarig kennisprogramma klimaat gestart. Dit kennisprogramma is volgens bovenstaand schema ingedeeld. Dat betekent dat er onder het koepelprogramma zes deelprogramma 's zijn opgehangen. Voor elk van deze deelprogramma's is een ToC uitgewerkt. Deze ToC dienen om inhoudelijk richting te geven aan de deelprogramma's. De coördinatie van dit deelprogramma is neergelegd bij Wageningen Research en wordt aangestuurd door het expertteam klimaat van de KIA LWV. De deelprogramma's werden onder huidige KIA aangestuurd door de MMIP-teams B1 t/m B6. Onder de nieuwe KIA wordt dit kennisprogramma voortgezet, het programma zal begeleid worden door het expertteam klimaat van de KIA 2024-2027. De aansturing van de deelprogramma's blijft bij dezelfde teams liggen als nu het geval. Vanuit deze teams wordt de link gelegd met de MMIP's uit de KIA 2024-2027 waarin de deelopgaven zijn belegd. Zo mogelijk maakt de trekker van het klimaatdeelprogramma deel uit van het betreffende MMIP-team.

### MMIP 13 – Systeemintegratie

Om ervoor te zorgen dat het energiesysteem van de toekomst betrouwbaar, betaalbaar, veilig, rechtvaardig en goed ruimtelijk is ingepast, is een transitieproces nodig dat ervoor zorgt dat het



energiesysteem zich, uitgaande van deze criteria, vanuit een systeemperspectief ontwikkelt. Hierbij is niet alleen de realisatie van adequate infrastructuur van belang, maar ook de wijze van besluitvorming, besturingsconcepten, marktmechanismes, digitalisering, businessmodellen en een optimale betrokkenheid van burgers en bedrijven. De innovatieopgaven voor deze systeemintegratie zijn van groot belang voor alle missies van het Klimaatakkoord.

### Deelprogramma's

Het programma is opgedeeld in 5 deelprogramma's die elk vanuit een ander perspectief kijken naar het onderwerp systeemintegratie. Bij alle deelprogramma's spelen zowel vraagstukken rond het ontwerp als rond het operationeel management van het energiesysteem een rol.

Elk deelprogramma adresseert een aantal kennis en innovatieonderwerpen. Deze worden beknopt weergegeven in onderstaande tabellen.

#### Deelprogramma 1: Sociaal deelsysteem

Onderwerp	Inclusiviteit en energierechtvaardigheid	Emergent gedrag	Participatie en communicatie
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	Innovaties die leiden tot draagvlak en participatie van burgers, bedrijven, bestuurders en beleidsmakers voor de energietransitie en tot een rechtvaardig energiesysteem		
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Hoe kunnen bij de energietransitie alle relevante groepen in de samenleving worden betrokken en hoe komen we tot oplossingen die als rechtvaardig worden gezien?	Hoe kan gedrag van groepen burgers en/of bedrijven worden voorspeld, voordat beleid wordt gemaakt of maatregelen worden begrepen en voorspeld en hoe nauwkeurig is dit?	Op welke wijze kunnen wensen, ideeën en zorgen van burgers, bedrijven, bestuurders en beleidsmakers zichtbaar worden meegenomen in besluitvormingstrajecten, en hoe kan op een transparante en effectieve wijze hierover worden gecommuniceerd, zodat draagvlak toeneemt?

#### Deelprogramma 2: Technisch deelsysteem

Onderwerp	Flexibiliteit	Robuust CO <sub>2</sub> -vrij elektriciteits systeem in 2035	Energy hubs	Smart Multi-Commodity Energy Systems (SMCES)	Slimme infrastructuur	Rol van nieuwe technologieën in het energiesysteem	Inpassing en systeemfunctie in het energiesysteem van heavy-duty laadinfrastructuur
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	Innovaties die bijdragen aan de technische integratie binnen het energiesysteem. Dit betreft technische aspecten van ketens van opwek, transport, distributie, opslag/conversie, de rol van energieflexibiliteit en de integratie van verschillende energiedragers.						
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Wat is de rol van energieflexibiliteit in het energiesysteem en hoe zorgen we ervoor dat potentiële bronnen van flexibiliteit beschikbaar komen en dat	Welke technische en niet-technische aanpassingen en innovaties zijn er nodig om in 2035 te komen tot een elektriciteitsysteem dat zowel CO <sub>2</sub> -vrij is, als technisch en economisch robuust?	Hoe kick-starten we in Nederland een samenhangend en efficiënt stelsel van Energy Hubs vanuit een energetisch, klimaat, economisch maatschappelijk en ruimtelijk perspectief	Hoe kunnen energiesystemen en met meerdere energiedragers worden gebruikt en aangestuurd, zodat de mogelijkheden van (interacties tussen) verschillende energiedragers (zoals opslag en conversie) optimaal	Welke mogelijkheden zijn er om de technische en financiële capaciteitsuitdagingen rond energie infrastructuur in Nederland te verlichten door infrastructuur slimmer te ontwerpen en door gebruik slimmer aan te sturen	Welke rol kunnen nieuwe technologische ontwikkelingen en systeemveranderingen spelen in het energiesysteem en hoe kunnen deze optimaal worden ingepast? Onder andere: wat is de rol van kernenergie in	Hoe kan heavy-duty laadinfrastructuur ingepast worden in het energiesysteem, welke rol kan deze spelen in Energy Hubs? Welke potentie heeft heavy-duty laadinfrastructuur voor het leveren van flexibiliteit en hoe kan deze intelligent



deze zo optimaal mogelijk worden benut?		en lossen we kennis en innovatievragen die hierbij spelen op?	worden benut ten behoeve van het energiesysteem?	waardoor netwerkcapaciteit beter wordt benut?	het energiesysteem?	gemanaged worden?
---	--	---	--	---	---------------------	-------------------

### Deelprogramma 3: Economische deelsysteem

Onderwerp	Methodieken voor robuuste en adaptieve investeringsbeslissingen onder grote onzekerheid	Marktmechanismen en regulering	Collectieve en cross-sectorale verdienmodellen
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	Innovaties die leiden tot marktmechanismen en businessmodellen die zorgen voor de juiste incentives voor verschillende relevante, soms nieuwe, partijen, en die ruimte bieden aan nieuwe diensten.		
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Hoe kunnen we komen tot "no-regret" beslissingen en adaptieve transitiepaden voor grote investeringen terwijl er nog zeer veel grote onzekerheden zijn? Denk bijvoorbeeld aan de toekomstige hoofdinfrastructuur in combinatie met de verduurzaming van de industrie.	Welke marktmechanismen en regulering zijn er nodig rond verschillende, onderling afhankelijke, energiedragers en flexibiliteit? Dit om tot een sociaaleconomisch en rechtvaardige optimale marktinzetting te komen, waarbij prikkels gegeven worden aan marktspelers die leiden tot een voor het energiesysteem wenselijke situatie op verschillende tijdschalen en geografische schalen	Hoe komen we tot verdienmodellen en samenwerkingen waarbij alle relevante partijen voldoende baat hebben bij beslissingen en ontwikkelingen die nodig zijn voor de energietransitie?

### Deelprogramma 4: Ruimte en leefomgeving

Onderwerp	Besluitvormingsproces integrale inrichting ruimte en leefomgeving, inclusief energie	Marktmechanismen en regulering
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	Innovaties die bijdragen aan het zorgvuldig ruimtelijk inpassen van het toekomstige energiesysteem, rekening houdend met andere ruimtelijke functies en de kwaliteit van de leefomgeving.	
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Op welke wijze kan een gebiedsgerichte integrale ruimtelijke planvorming worden uitgevoerd, die rekening houdt met meerdere verschillende domeinen, schalen en stakeholders?	Welke informatie is voor het integrale ruimtelijke vormgevingsproces nodig, hoe wordt deze informatie gecreëerd en hoe kunnen interactieve besluitvormingssystemen dit proces adequaat ondersteunen?

### Deelprogramma 5: Complexe besluitvorming

Onderwerp	Fundamentele keuzes ten aanzien van het energiesysteem	Semi-autonome energiesystemen	Informatiebasis op orde	Systeemintegratie dashboard	Impact van internationale ontwikkelingen
<b>Kennisvragen en speerpunten algemeen</b>	Innovaties die leiden tot beter inzicht en effectieve processen voor complexe besluitvorming t.a.v. het energiesysteem				
<b>Kennisvragen en speerpunten</b>	Welke fundamentele keuzes en leidende principes zijn nodig	Wat zijn, gezien vanuit verschillende perspectieven (technisch,	Welke afspraken en standaarden over de betekenis van data, het genereren	Hoe ontwikkelt zich het energiesysteem, wat zijn mogelijk	Welke internationale ontwikkelingen, rond

en wenselijk? Deze keuzes hebben een grote (sociale en/of ecologische en/of economische) impact en zijn sterk richtinggevend. Bij het maken van deze keuzes speelt de overheid een belangrijk rol..	economisch, juridisch, sociaalmaatschappelijk), begrenzingen van autonomie volgens een holarchisch systeemconcept geordend energiesysteem?	van informatie en voor analysegereedschappen zijn nodig voor het maken van uniforme transparante, op feiten gebaseerde beslissingen en afspraken bij integrale besluitvormingstrajecten?	ontwikkelpaden, wat zijn belangrijke KPI 's, wat is de huidige status enz. en hoe kan deze informatie in een overzichtelijk dashboard worden weergegeven?	energievoorziening, geopolitiek, economische en sociaal maatschappelijke aspecten, kennisontwikkeling, exportkansen enz. op het gebied van systeemintegratie zijn belangrijk voor de transitie van het Nederlandse energiesysteem?
---	--	--	---	--

## Positionering

In 2020 is besloten om systeemintegratie als aparte missie op te nemen in het Klimaatakkoord. De doelen voor systeemintegratie zijn echter veel abstracter dan andere missies in het Klimaatakkoord, waar gestreefd wordt naar concrete verlagingen van de uitstoot van broeikasgassen. Systeemintegratie speelt hierbij echter een cruciale rol. Zij zorgt er voor dat de verschillende doelen zo optimaal mogelijk op elkaar worden afgestemd.

Voor deze systeemproblematiek is echter vaak geen eenduidige eigenaar. Het is een thema van belang voor alle stakeholders en daarbij dus ook een thema van niemand. Systeemintegratie kent daardoor ook geen duidelijk innovatie ecosysteem. Partijen met een wat groter direct belang bij systeemintegratie zijn beleidsambtenaren op verschillende niveaus en netwerkbedrijven. Dit betekent dat kennis en innovatietrajecten vaak starten met het bij elkaar brengen van relevante partijen die elkaar niet automatisch kennen. In veel situaties zijn voor de aanpak van deze trajecten maatwerkoplossingen nodig.

Het Nederlandse energiesysteem is onderdeel van een Europees en wereldwijd energiesysteem. De energietransitie is bovendien een internationaal proces. Systeemintegratie heeft dan ook nadrukkelijk een internationale dimensie. MMIP 13 heeft gekozen voor een focus op systeemvraagstukken die spelen op Europees (EU) en internationaal niveau en op het beschikbaar maken van systeemintegratiekennis en innovaties die buiten Nederland worden ontwikkeld, maar ook van belang zijn voor Nederland. Voor het eerste aspect zijn onze buurlanden, met name Duitsland, belangrijk. Voor het tweede aspect de Verenigde Staten.

MMIP 13 zoekt waar mogelijk verbindingen met innovatieprogramma 's binnen Nederland, Europa en buiten Europa. Binnen Nederland zijn dit met name NWO, TNO, het Nationaal Groeifonds en regionale programma 's en initiatieven. Buiten Nederland de EU (Horizon Europe, EFRO, Interreg) en internationale programma's en initiatieven.

## Missie Kernenergie

### Het waarborgen en versterken van een toekomstbestendige nucleaire (kennis)-infrastructuur

Om in de toekomst CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteit op te wekken, heeft het kabinet in 2021 aangekondigd in te zetten op het langer in bedrijf houden van de huidige kerncentrale in de gemeente Borsele en worden de voorbereidingen getroffen voor de bouw van twee nieuwe kerncentrales.<sup>15</sup> De (structurele) waarborging en versterking van de nucleaire kennisinfrastructuur speelt hierin een grote rol.

<sup>15</sup> [Coalitieakkoord 'Omzien naar elkaar, vooruitkijken naar de toekomst' | Publicatie | Rijksoverheid.nl](#)

De inzet op kernenergie in Nederland betekent dat structureel - over een langere periode - moet worden geïnvesteerd in nucleaire opleidingen, kennisontwikkeling en innovatie. Om die reden is besloten een Meerjarig Missiegedreven Innovatie-Programma (MMIP) kernenergie vorm te geven. De Topsector Energie heeft ter voorbereiding een verkenning uitgevoerd naar een mogelijke invulling van een kennis- en innovatieagenda voor dit MMIP.<sup>16</sup> Deze samenvatting is gebaseerd op de genoemde verkenning.

## Missie

Het waarborgen en versterken van een toekomstbestendige nucleaire (kennis)-infrastructuur, onder andere door via dit MMIP gericht te investeren in onderwijs, onderzoek en innovatie. We richten ons daarbij niet alleen op de huidige technieken; via gerichte investeringen versterken we ook de kennis rondom nieuwe reactoren, die in 2050 een wezenlijk onderdeel kunnen zijn van een stabiele, CO<sub>2</sub>-vrije energievoorziening. Daarnaast is van belang dat er een breed scala aan technici en nucleaire experts wordt opgeleid op MBO, HBO en WO niveau.

## Deelprogramma's

De kennis- en innovatieagenda onderscheidt twee centrale thema's: de ontwikkeling van 'Human Capital' en 'Kennisopbouw'. Binnen het centrale thema kennisopbouw zijn tijdens de genoemde verkenning acht kennis- en innovatiethema's in kaart gebracht. De keuze voor deze thema's sluiten aan bij het Nationaal programma Energiesysteem, op bijvoorbeeld de rol van kernenergie in de toekomstige energiemix en de behoefte aan versterking van kennis, mede in relatie tot de krapte op de arbeidsmarkt.

### Ontwikkeling Human Capital

Voor de uitbouw van kernenergie in Nederland is het noodzakelijk dat er voldoende opgeleid personeel beschikbaar komt, zowel op korte als op lange termijn. Dit is een grote opgave. De afgelopen jaren is het aantal opleidingen op het gebied van kernenergie fors afgenomen en daarmee beneden een kritisch niveau gekomen. Hiervoor moet een ambitieus investeringsprogramma worden ontwikkeld. Dit geldt voor alle niveaus, van MBO tot WO en voor verschillende disciplines (stralingsveiligheid, nucleaire technologie, werktuigbouwkunde, systems & control enz.). Voor de bouw, het onderhoud en het beheer van reactoren is ook niet-nucleaire kennis nodig. Denk hierbij aan experts op het gebied van betonnen constructies, lastechnologie, procestechnologie, onderhoudssystemen onder extreme omstandigheden, en complex project management enz. Verschillende regio's spelen een belangrijke rol voor wat betreft de versterking van het MBO en HBO.

### Kennisopbouw

De volgende tabel geeft een overzicht van de acht onderscheiden kennis en innovatiethema's.

#### 1 Stralingsbescherming

Binnen de nucleaire technologie is stralingsveiligheid een zeer belangrijk thema. Het is noodzakelijk dat kennis rondom stralingsbescherming binnen Nederland up-to-date is (en blijft) en dat deze kennis efficiënt kan worden overgedragen aan verschillende stakeholders. Het gaat hierbij om stakeholders uit verschillende sectoren: energieproductie, gezondheidszorg en materialenonderzoek en ook verschillende functies in het publieke en private domein.

#### 2 Systeemkennis

De inpassing van kernenergie kan het Nederlandse energiesysteem aanzienlijk veranderen en heeft ook impact op maatschappelijke domeinen buiten de energiesector. Dit geldt zowel vanuit een technisch perspectief (bijvoorbeeld in de toekomst, bij de introductie van SMR's en vierde generatie reactoren), als vanuit economisch, sociaal maatschappelijk en juridisch (wet en regelgeving) perspectief en tevens voor leveringszekerheid,

---

<sup>16</sup> Verkenning rol van nucleaire technologie op de Integrale Kennis en Innovatie Agenda (2023) Topsector Energie ([https://topsectorenergie.nl/documents/755/TSE\\_rapport\\_Verkenning\\_rol\\_nucleaire\\_technologie.pdf](https://topsectorenergie.nl/documents/755/TSE_rapport_Verkenning_rol_nucleaire_technologie.pdf))

circulariteit (kritische materialen) en effecten op de leefomgeving. Ook de harmonisatie van internationale wet- en regelgeving en het opstellen van kaders speelt hierin een rol.

Deze systeemkennis is van groot belang om een weloverwogen toekomstvisie op te stellen, verschillende scenario's of roadmaps te ontwikkelen, de ontwerp-, ontwikkel-, vergunning- en realisatieperiode efficiënter en korter te maken enz. Voor het analyseren van deze systeemvraagstukken is het nodig het methodologisch instrumentarium op orde te brengen om integraal de effecten op het energiesysteem/economie/leefomgeving/maatschappij, inclusief onzekerheden, te kunnen analyseren.

### **3 Kennis over nucleaire reactor- en splijtstofcyclustechnologie**

De kennis op het gebied van nucleaire reactor- en splijtstofcyclustechnologie is in Nederland bescheiden en naar verwachting niet voldoende om een deskundig opdrachtgever te kunnen zijn bij de aanschaf van nucleaire technologie en installaties. Het is van belang om de algemene kennis ten aanzien van derde generatie reactoren, disciplinaire kennis (chemie, fysica, technologie en engineering) gericht op kernenergie en de bijbehorende splijtstofcyclus voor ontwikkeling/ondersteuning van nucleaire industrie in Nederland, inclusief kennis over SMR 's structureel te verbreden en op te hogen. Daarnaast is het belangrijk de kennis wat betreft verrijking op het huidige hoge niveau te houden.

Om Nederland aantrekkelijk te maken voor (internationaal) talent in het HBO en WO, is het van belang gericht te investeren in innovatie en onderzoek. Generatie IV reactoren kunnen in de toekomst een belangrijke rol spelen in het energiesysteem en bieden potentie om langlevend afval van de huidige generatie reactoren te verbranden. Het ligt voor de hand om te investeren in fundamenteel en toegepast wetenschap onderzoek rondom nieuwe generatie reactoren.

### **4 Aan reactoren gerelateerde 'enabling' onderwerpen ('plant integrity', onderhoud onder extreme omstandigheden, enz.)**

Voor het bouwen, onderhouden, monitoring, beheer en in de toekomst de ontmanteling van kerncentrales, is er kennis nodig uit niet-nucleaire domeinen. Denk hierbij aan onderhoudssystemen in complexe omgevingen (bijvoorbeeld 'condition-based maintenance') inclusief vroegtijdige detectie van benodigd onderhoud ('plant integrity') en systemen voor monitoring en control, constructie technologie (bijvoorbeeld betonbouw), innovatieve lastechnieken en projectmanagement voor complexe projecten. Hier liggen koppelkansen met kennis uit andere domeinen.

### **5 Hogetemperatuur waterstofproductie**

Op korte termijn kan kernenergie worden gebruikt voor electrolyse van water voor de productie van waterstof. Toekomstige (Gen-IV) kerncentrales kunnen worden gebruikt voor processen met nog hogere efficiency zoals hoge temperatuur electrolyse of zelfs thermochemische watersplitsing. De kennis hiervoor is, zowel voor innovatieve hoge-temperatuur kerncentrales als voor waterstofproductie, nog in opbouw. Nederland heeft grote ambities voor wat betreft waterstof en investeert fors in R&D. Door deze waterstofprogramma's te koppelen aan hoge temperatuur waterstofproductie liggen hier kansen voor Nederland om front-runner op het gebied van waterstofproductie te worden. Dit kan naast een versnelling van de energietransitie ook nieuwe economische activiteiten voor Nederland opleveren.

### **6 Materiaalonderzoek met behulp van nucleaire / ioniserende straling (neutronen, positronen)**

Succesvolle energie- en materialentransities in andere sectoren vereisen de ontwikkeling van innovatieve functionele materialen, bijvoorbeeld voor zonnecellen, batterijen, halfgeleiders, en voor geavanceerde constructiematerialen enz. Met behulp van nucleaire/ioniserende straling (neutronen, positronen, protonen), kunnen de functies, prestaties, capaciteit en levensduur van materialen worden verbeterd. Nederland heeft in dit domein een zeer sterke kennispositie, die met de ambities op het gebied van kernenergie versterkt kan worden.

### **7 Verwerking en opslag radioactief afval en geologische eindberging.**

Kerncentrales genereren zowel radioactief als niet-radioactief afval. Met de komst van nieuwe kerncentrales neemt die hoeveelheid afval toe. Met de keuze voor een type reactor ligt ook de soort en aard van het afval en verbruikte splijtstoffen vast. Voor niet alle soorten afval en verbruikte splijtstoffen is in Nederland direct een oplossing voorhanden. Het is om die reden noodzakelijk bestaande capaciteit, infrastructuur, plannen en scenario's, die nog uitgaan van de huidige centrale in Borssele, aan te passen. Hiervoor is kennis nodig. Ook voor de locatiekeuze, planning en realisatie van een geologische eindberging is aanvullende kennis en technologie van verschillende disciplines noodzakelijk. Dat vraagt om een onderzoeksprogramma met kennisinstellingen, de COVRA en buitenlandse partners om stappen te maken richting besluitvorming over eindberging. Hiervoor zou gekeken kunnen worden naar België, dat een uitgebreid programma rondom dit thema heeft lopen.

### **8 Perceptie, communicatie en draagvlak.**

De afgelopen jaren is het maatschappelijk draagvlak voor kernenergie toegenomen. Dat neemt niet weg dat de perceptie over kernenergie in de maatschappij sterk uiteenloopt. Investeren in transparante en effectieve communicatiemethodes gericht op kernenergie, inclusief een zorgvuldige inpassing in de leefomgeving, is belangrijk om voldoende maatschappelijk draagvlak te realiseren en behouden.

Een aantal van deze thema 's past bij of sluit aan bij reeds lopende kennis en innovatieprogramma (thema 2, 4, 5, 6, 8 en 9).

## Positionering

### *Nucleaire sector*

Nucleaire installaties worden niet alleen ingezet voor de productie van energie; ze worden ook ontworpen en gebruikt voor geavanceerd materiaalonderzoek, uraniumverrijking, en voor de productie van medische isotopen. Materiaalonderzoek wordt steeds relevanter vanwege de toepassing ervan voor materialen ten dienste van de energietransitie (zoals batterijen en zonnecellen) maar ook in halfgeleiders en constructiematerialen zoals staal en beton. Medische isotopen worden vooral ingezet voor diagnose en behandeling van onder meer kanker. Nederland is internationaal een kleine speler op het gebied van kernenergie. Dat geldt echter niet voor materiaalonderzoek, verrijking, en medische isotopen. Op deze terreinen neemt Nederland een sterke positie in. Al deze toepassingen hebben kennis nodig over stralingsveiligheid, die eveneens noodzakelijk is voor de bouw, operatie en ontmanteling van kerncentrales t.b.v. energieproductie. Installaties voor al deze doeleinden zijn qua veiligheid, beveiliging en safeguards - zowel nationaal als internationaal - op eenzelfde wijze gereguleerd. Gezien de grote verwevenheid van de kwetsbare Nederlandse nucleaire kennisbasis met de domeinen energieproductie, isotopenproductie, materialenonderzoek en straling, kan deze sector worden gezien als één ecosysteem. Een nauwe samenwerking op het gebied van kennis en innovatie ligt dan ook voor de hand.

### *Nucleair betekent denken in decennia*

Een kerncentrale wordt gebouwd om meerdere decennia CO<sub>2</sub>-neutraal elektriciteit op te wekken. Internationale afspraken binnen de IAEA vereisen een continue vitale en hoogwaardige kennisbasis en kennisinfrastructuur op het gebied van stralingsbescherming en nucleaire technologie. Dat vraagt om een andere tijdshorizon dan we van de politiek gewend zijn, namelijk een tijdsperiode van vele tientallen jaren en aldus om langdurige politieke commitment en stabiliteit op dit dossier. Dit geldt ook voor het aantrekken en opleiden van het broodnodige talent: 'human capital'.

### *Internationale samenwerking*

Gelet op de huidige (kennis-)positie van Nederland is internationale samenwerking noodzakelijk en wenselijk. Dat geldt niet alleen voor het hebben van toegang tot internationale kennis en faciliteiten. Ook geopolitieke redenen liggen hieraan ten grondslag, bijvoorbeeld voor een efficiënte toegang tot grondstoffen (uranium) en gezamenlijke investeringen in nieuwe technologie. Internationale samenwerking is ook belangrijk op het gebied van veiligheid, beveiliging en safeguards.

Interessante partners zijn bijvoorbeeld België, Frankrijk en het VK: de kennisbasis inclusief onderwijssectoren zijn daar sterker en breder dan in Nederland.

Via o.a. IAEA, WENRA, OECD, Euratom bestaan er reeds verschillende internationale samenwerking en kennisuitwisselingsgremia, die verder geïntensiveerd en uitgewerkt kan worden.

## Relatie met Missie en KIA Circulaire Economie

### Een volledig circulaire economie in 2050

De missie en de aparte KIA Circulaire Economie zijn zeer sterk verweven met de doelen van de IKIA Energie & Klimaat. Dit wordt zichtbaar in 2 aspecten:

- In een circulaire economie wordt het grondstoffengebruik binnen planetaire grenzen gebracht. Als gevolg daarvan wordt veel minder CO<sub>2</sub> uitgestoten, doordat er minder producten worden gemaakt omdat producten langer meegaan en beter onderhoudbaar zijn. Ook wordt veel afval niet verbrand, maar verwerkt tot nieuwe materialen en producten.
- De energietransitie is sterk afhankelijk van kritieke grondstoffen, zoals in kaart is gebracht in de Nationale Grondstoffenstrategie (bron in voetnoot: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/12/09/bijlage-nationale-grondstoffenstrategie>) en de Critical Raw Materials Act van de Europese Commissie (bron in voetnoot: [https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/european-critical-raw-materials-act\\_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/publications/european-critical-raw-materials-act_en)). De missie CE is er ook op gericht om de afhankelijkheid van kritieke grondstoffen te verkleinen, door onder andere de terugwinning van deze kritieke grondstoffen sterk te verbeteren en alternatieven te vinden voor het ontwerp van zonnepanelen, batterijen, windturbines en elektrolyzers waarvoor minder kritieke grondstoffen nodig zijn.

Het belang van circulariteit en de specifieke innovatievraagstukken worden toegelicht in de aparte KIA Circulaire Economie. Alle informatie over de KIA CE is te vinden op <https://kia-ce.nl>

## 5. Doorsnijdende Thema's

Naast de dertien MMIP's zijn er doorsnijdende thema's geformuleerd die raakvlakken hebben met meerdere of zelfs alle MMIP's en missies. Dit zijn Waterstof, Human Capital Agenda, Digitalisering en Maatschappelijk Verantwoord Innoveren. Deze thema's worden daarom integraal geprogrammeerd en uitgevoerd.

### Waterstof

#### Doel

Het doel van de in 2023 gepubliceerde [innovatieagenda waterstof](#) is om innovaties te stimuleren en faciliteren die nodig zijn om waterstof in 2030 en daarna te laten bijdragen aan de doelstellingen en ambities van het klimaatakkoord. Aan de productiekant is daarvoor een ambitie van 3-4 GW elektrolyse voor de groene waterstofproductie geformuleerd. Tevens zijn er diverse ambities opgenomen inzake de toepassing, import, transport en opslag van waterstof en waterstofderivaten (zoals ammoniak). Een uitgebreid overzicht van de mogelijke routes en onderwerpen is te vinden in de [routekaart waterstof](#). Het DST Waterstof heeft raakvlakken met bijna alle MMIP's van de IKIA Klimaat en Energie alsmede met heel veel andere topsectoren; daarom wordt op dit thema intensief samengewerkt voor een optimale afstemming en ontwikkeling.

#### Context / Probleemschets

Het waterstofdomein is volop in beweging en ontwikkelingen volgen elkaar snel op. In Nederland is in maart 2020 de [Kabinetvisie op waterstof](#) uitgebracht en in 2022 is de Routekaart Waterstof door het [Nationaal Waterstof Programma](#) (NWP) gepubliceerd, waarin een aantal onderwerpen van de innovatieagenda is opgepakt en uitgewerkt. In 2021 en 2022 heeft het Kabinet in twee tranches in totaal 838 miljoen euro uit het nationale groeifonds ter beschikking gesteld voor waterstofinnovatie in het programma [GroenvermogenNL](#). Verder heeft het Kabinet het startschot gegeven voor de gefaseerde aanleg van een landelijk waterstofleidingennetwerk dat in 2030 gereed moet zijn, heeft het Kabinet begin juli ruim €1,6 miljard gereserveerd voor ondersteuning van groene waterstof in het kader van het Europese IPCEI-instrument voor de implementatie van waterstof, en hebben bedrijven investeringsbeslissingen genomen voor de eerste zeven grootschalige elektrolysefabrieken in de orde grootte 100-250 MW. Ook op het gebied van import van waterstof lopen er contacten met verschillende landen in de wereld. Nederland beschikt over uitstekende condities om een rol van betekenis te spelen in de internationale waterstofmarkt.

#### Wijzigingen

In 2020 is de eerste innovatieagenda waterstof gepubliceerd. In het kader van de herijking heeft TKI Nieuw Gas | TSE in 2022 opnieuw een 'assessment' uitgevoerd dat tot 5 innovatieprioriteiten heeft geleid. Deze worden hierna toegelicht.

#### Deelprogramma's en fasering

De 5 innovatieprioriteiten zijn als volgt:

- Prioriteit 1: Ontwikkeling van duurzame waterstofketens in de industrie, bestaande uit on- en offshore-waterstofproductie met offshore wind, infrastructuur en opslag, en toepassing in de industrie voor energiedoeleinden en als grondstof, incl. de benodigde systeemintegratie;
- Prioriteit 2: Import van waterstof, zoals derivaten en LOHC's, en waterstof in gasvormige en vloeibare vorm;



- Prioriteit 3: Toepassing van waterstof in zwaar transport, zoals wegtransport, bouw en grondverzet, binnenvaart en kustvaart, en de luchtvaart;
- Prioriteit 4: Decentrale productie en gebruik van waterstof in regio's waar netcongestie de uitrol van duurzame energieprojecten belemmert en waar lokale waterstofvraag efficiënt bediend kan worden;
- Prioriteit 5: Ontwikkeling van technologieclusters voor waterstofcomponenten en ketens, gekoppeld met de maakindustrie.

Verder zijn doorsnijdende thema's zoals de human capital agenda, digitalisering en de maatschappelijke impact van belang voor de ontwikkeling van waterstof; deze onderwerpen zijn integraal geadresseerd.

## Positionering

### *Kennispositie Nederland:*

Op het terrein van waterstof heeft Nederland een goede kennispositie die zich kan meten met andere landen; Nederland doet mee in de kopgroep. Voor een goede positionering is het van belang te realiseren dat Nederland met haar goed ontwikkelde infrastructuur en logistiek naar het achterland, sterke havens, grote industrieclusters en ligging aan de Noordzee een voor waterstof uitstekende startpositie heeft. Elektrificatie van het energie- en grondstoffensysteem is een onderwerp waar Nederland internationaal sterk in is. Goede voorbeelden zijn de programma's ECCM, Voltachem en Solar fuels. Hierbij zijn diverse universiteiten en instituten (zoals Holst, TNO, Differ) betrokken. In de afgelopen jaren zijn laboratorium-, test- en demofaciliteiten ingericht om hieraan praktische invulling te geven. Voorbeelden van succesvolle samenwerking zijn de door het groeifonds gehonoreerde voorstellen op het gebied van waterstof en chemie, zoals GroenvermogenNL en NextGen-Hightech en diverse industrieconsortia, zoals het ISPT Hydrohub-programma. Nederland werkt met veel landen samen, waaronder Duitsland, België en de VS. Op het gebied van gasvormige energiedragers speelt Nederland vanwege haar sterke aardgaspositie die sinds de 60-er jaren is opgebouwd een belangrijke rol als kennisdrager, vooral op de gebieden infrastructuur, opslag en toepassing, alsmede kwaliteits- en veiligheidsaspecten.

### *Samenhang nationale programma's*

In Nederland bestaat een samenhangend programma ter ondersteuning van de ontwikkeling van waterstofproductie en -toepassingen, incl. deelonderwerpen als transport, opslag, veiligheid en HCA. Door de toekenning van € 838 miljoen aan het GroenvermogenNL-programma wordt over de hele keten heen ondersteuning geleverd aan R&D, opschaling en de HCA. Via het NextGen HighTech-programma wordt de meer fundamentele technologieontwikkeling afgedekt. Voltachem richt zich op complexere processen zoals CO<sub>2</sub>-elektrolyse. Via de subsidieprogramma's van RVO en de inzet van PPS-toeslag vanuit het TKI worden diverse R,D&D-projecten ondersteund, waarvan HyDelta en North Sea Energy goede voorbeelden zijn. Tevens worden via de DEI+ (naast IPCEI en Innovation Fund) diverse demonstratieprojecten ondersteund. Door een intensieve samenwerking tussen EZK, RVO, NWO, TKI's en GroenvermogenNL vindt afstemming plaats tussen al deze activiteiten waarbij het TKI Nieuw Gas een coördinerende rol vervult.

### *Samenhang internationale programma's / strategie internationaal*

Op internationaal terrein is de ontwikkeling van waterstof enorm. Vanuit Nederland zijn er contacten met diverse landen voor de import van waterstof, incl. de benodigde kennisontwikkeling. Ook zijn verschillende MoU's getekend. Recent is er een Nederlandse strategie gepubliceerd op het gebied van internationale energiediplomatie die hier verder invulling aan geeft. Met buurlanden Duitsland en België wordt samengewerkt op onderzoek- en innovatiegebied. In Internationaal verband, bijvoorbeeld via IEA en IHPE, vindt afstemming plaats. Daarnaast worden doorlopend missies

georganiseerd naar allerlei landen om de samenwerking op innovatiegebied te bevorderen, zoals met Duitsland, Japan, Zuid-Korea, China, Israël, Verenigde Staten etc.

## Human Capital Agenda

### Doel

De aanhoudende arbeidsmarktkrapte zit ons in de weg om de energietransitie te realiseren. De spanning op de arbeidsmarkt daalt licht maar het eerste kwartaal van 2023 resulteerde nog in 122 vacatures per 100 werklozen. Door de vergrijzing zal deze krapte nog jarenlang voelbaar zijn. Professionals staan voor een dubbele uitdaging: het in gang zetten van een transformatieproces in een tijd waarin de krapte op de arbeidsmarkt steeds nijpender wordt. Er zijn voldoende mensen nodig, met de juiste kennis en vaardigheden. De vraag is dus: zijn we in staat om alle technologische innovaties en noodzakelijke aanpassingen voldoende snel te realiseren met het arbeidspotentieel dat tussen nu en 2030 beschikbaar is?

Het beroep dat wij doen, en zullen blijven doen, op de al werkende professionals is groot. Hoe laten we nieuwe kennis en toepassingen snel renderen in de praktijk; hoe leiden we mensen snel en efficiënt op; hoe laten we de nieuwe kennis zo goed mogelijk landen in het onderwijs met aansprekende onderwijsprogramma's en professioneel opgeleide docenten; welke (omgevings)factoren die van belang zijn om arbeidspotentieel aan te trekken en te behouden zijn nodig in het bedrijfsleven? Deze problematiek geldt voor alle Topsectoren en voor het gehele missiegedreven innovatiebeleid. Human Capital wordt door alle partijen gezien als één van de kritieke succesfactoren voor het slagen van de energietransitie. Daarom dient Human Capital, meer nog dan in het verleden, integraal onderdeel te zijn van het innovatiebeleid. Zowel op korte als lange termijn is er gezamenlijke actie nodig vanuit werkgevers, werknemers, onderwijs en overheid.

**Onze opgave** is het ontwikkelen en inzetten van innovaties gericht op skills-valorisatie, om met het huidige arbeidspotentieel dat tot 2030 beschikbaar is, een duurzaam energiesysteem te realiseren en te werken aan een circulaire economie.

**Programmadoelstelling:** Het aanmoedigen, inspireren en ondersteunen van partijen in de energiesector bij het ontwikkelen en uitrollen van innovaties om met het huidige arbeidspotentieel dat tot 2030 beschikbaar is de energietransitie te realiseren door de 'time-to-job' te verkorten.

### Deelprogramma's, fasering doelen

Om concreet met deze opgaven aan de slag te gaan programmeren we langs vier programmalijnen, namelijk:

#### 1. Samenhangende aanpak

Parallel aan het gepubliceerde Actieplan Groene en Digitale Banen is sprake van een grote hoeveelheid investeringsprogramma's vanuit het Nationaal Groeifonds en vanuit de Europese Unie gericht op de energietransitie of onderdelen daarvan. Het is belangrijk dat we de investeringen op een slimme manier inzetten om snel en effectief te werken aan het arbeidsmarkt-vraagstuk en zo de energietransitie op snelheid te houden. Het doel van deze programmalijn is de beoogde en al ingezette investeringen slim te combineren zodat we snel en effectief in de regio's en op landelijk niveau werken aan het arbeidsmarkt-vraagstuk om snelheid te maken met de in de KIA E&C beoogde transitie's.

#### 2. Arbeidsbesparende maatregelen

Om het arbeidstekort in de energietransitie aan te pakken wil de TSE met zijn investeringen in onderzoek en innovaties bijdragen aan arbeidsbesparing via arbeidsbesparende innovaties met focus op technologische en digitale innovaties. Naast digitale en technologische innovaties leiden proces-

of keteninnovaties ook tot arbeidsbesparing, waar de HCA-TSE op termijn ook naar wilt kijken. Het uiteindelijke doel is met minder mensen de missies te halen in hetzelfde tijdsbestek.

### **3. Innoverend en lerend werken aan de energietransitie**

Het doel van deze programmalijn is om het onderwijs, innovaties en het leren binnen bedrijven dichterbij elkaar te laten komen zodat innovaties en skills sneller tot ontwikkeling komen en hun weg vinden in de praktijk. Omdat we niet weten welke route de energietransitie gaat nemen, maakt dit het lastig plannen en aansturen. We zien het als onze taak om aan te sturen op een integrale benadering van de problematiek op de arbeidsmarkt, in het onderwijs en in het bedrijfsleven. We weten niet precies welke innovaties er gaan ontstaan en welke vaardigheden hierdoor over 10 jaar nodig zijn. Daarom faciliteren we bedrijven en organisaties bij het creëren van een stabiliteit die er ook voor zorgt dat ze responsief en ontvankelijk kunnen zijn voor verandering, en snel oplossingen kunnen implementeren. Nieuwe kennis die voortkomt uit onderzoek en innovatie moet zo snel mogelijk worden vertaald naar skills om ze direct in de praktijk te kunnen toepassen. Dit doen we door het gebruik van een integrale benadering samen met partners en met gebruik van verschillende tools. We willen het proactief leren en innoveren stimuleren. Hierbij is het Learning Communities-concept de methode die toegepast kan worden voor het integraal benaderen van de arbeidsmarkt en het laten landen van nieuwe skills.

### **4. Arbeidsmarkt van de toekomst**

Toegankelijkheid voor iedereen, een duurzaam carrièreperspectief en toekomstbestendige banen: dat is de arbeidsmarkt van de toekomst. De arbeidsmarkt van de toekomst kent geen onbenut arbeidspotentieel want iedereen is van waarde. Om de huidige arbeidsmarkt weer in beweging te krijgen is het dus nodig dat we gaan denken in en-en in plaats van of-of. De doelen zijn: 1) één arbeidsmarktsysteem realiseren voor iedere burger in Nederland zodat kiezen voor een klimaatbaan makkelijker wordt, net als het maken van de overstap naar een dergelijke baan en 2) het identificeren en helpen oplossen van specifieke knelpunten op de arbeidsmarkt zodat deze toegankelijk is voor iedereen en kan profiteren van brede welvaart.

#### **Positionering**

##### *Sectoren*

Human Capital raakt alle sectoren en is daarom een dwarsdoorsnijdend thema (DST) binnen de Topsector Energie. Er wordt sterk samengewerkt met de verschillende Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI), Meerjarige Missiegedreven Innovatie Programma's (MMIP) en andere DSTs. We kijken en stemmen af hoe we integraal kunnen helpen met het behalen van hen programmadoelstellingen.

##### *Sterktes/ zwaktes kennispositie en positie bedrijven*

De positie van bedrijven kan door tekort aan personeel, zowel in aantallen als in skills, de komende jaren steeds verder onder druk komen te staan. Dit remt de ontwikkeling van deze bedrijven, beperkt het innovatievermogen en drukt de groei van de economie. Het is aannemelijk dat mede hierdoor de energietransitie vertraagt.

Mede hierom is het noodzakelijk te kijken naar welke innovaties arbeidsuren kunnen besparen. Menselijk kapitaal als integraal onderdeel van het innovatiesysteem zorgt ervoor dat arbeidsbesparende maatregelen breed worden toegepast in bedrijven, dat kennis via een continu proces opgenomen wordt in vernieuwde onderwijsprogramma's en dat de beschikbare beroepsbevolking beschikt over de benodigde vaardigheden.

### *Samenhang nationale en internationale programma's*

Eén programmaliijn binnen de Human Capital Agenda als onderdeel van de KIA richt zich op het ontwikkelen van een samenhangende aanpak tussen nationale investeringsprogramma's, zoals GroenvermogenNL, LLO Katalysator, Opschaling PPS in het beroepsonderwijs, AINed, Just Transition Fund, en Groeifondsvoorstellen 'SolarNL' en 'Investeren in het talent van de toekomst'. Deze investeringen kunnen Nederland helpen weerbaarder te worden met de krapte op de arbeidsmarkt om de energie- en circulaire transitie te realiseren. Het Actieplan Groene en Digitale Banen dat is opgesteld vanuit het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) richt zich op een viertal pijlers: (1) Verhogen instroom in bèta technisch onderwijs; (2) Het behoud en vergroten van de instroom vanuit de arbeidsmarkt; (3) Arbeidsproductiviteitsgroei; en (4) Versterken governance en tegengaan van versnippering. De KIA E&C draagt bij met het programma 'Samenhangende aanpak' (pijler 4) aan het tegengaan van deze versnippering.

### *Strategie internationaal*

De TSE-HCA richt zich op vraagstukken uitsluitend op de nationale arbeidsmarkt.

### *Innovatiesysteem en consortiumvorming*

De Human Capital Agenda van de Topsector Energie is bij uitstek een netwerkconcept. Het werkt vanuit een agenderende, aanjagende en faciliterende rol met alle relevante partijen en andere topsectoren samen:

- Knelpunten op de arbeidsmarkt zetten wij op de landelijke politieke agenda met als doel onderzoek of verkenning te laten uitvoeren (agenderend);
- Vanuit onderzoeksresultaten jagen wij partijen aan om hier opvolging aan te geven. We laten zien waar het potentieel, de kansen liggen en motiveren om hierop in te springen (aanjagend);
- We brengen partijen samen, initiëren in coalitievorming, stellen financiering beschikbaar en we stellen die middelen beschikbaar om tot een concreet resultaat te komen (faciliterend).

Wij bouwen mee aan een innovatiesysteem dat niet alleen onze samenleving weerbaar en duurzaam maakt, maar ook bijdraagt aan een flexibele arbeidsmarkt die voor iedereen toegankelijk is.

### *Successen als voorbeeld*

#### *Samenhangende aanpak in de praktijk:*

Veel partijen zijn initiatieven en programma's gestart wat heeft geleid tot een aanzienlijk investeringsvermogen. De verkenning naar hoe deze middelen slim en effectief neer te zetten resulteerde in het [adviesdocument, waar in 2023 invulling aan wordt gegeven](#). In maart 2023 is een startbijeenkomst geweest met alle betrokken programma's waar een plan van aanpak is gemaakt. Op 7 juni is in Hilversum een fysieke bijeenkomst geweest waar vertegenwoordigers van alle programma's en plannen aanwezig waren om het te hebben over hoe deze samenhangende aanpak goed in de uitvoering kan werken. Inmiddels zijn 3 werkgroepen geformeerd waar op de thema's communicatie, organisatie en inhoudelijke samenhang momenteel besproken wordt hoe men dit in samenhang kan organiseren. In september zullen regiogesprekken plaatsvinden om concreet aan de slag te gaan met regionale uitdagingen. Deze gesprekken worden gevoerd in aanwezigheid van vertegenwoordigers van de LLO Katalysator, Opschaling PPS, GVN/NTSE en JTF. De inspiratie-/leersessies plus de voortgang op het gehele jaar komen terug op het HCA eindejaarsevenement op 8 december. Een tekenaar is bezig om de samenhang tussen deze programma's in de regio te visualiseren en te presenteren op dit evenement.

### Vrouwen in de energietransitie:

In april 2023 is het onderzoek "Bewust & Bekwaam" uitgekomen waarin een goed voorbeeld wordt uitgelicht waar meerdere vraagstukken worden aanpakt in één concept, namelijk 1) het vervullen van de arbeidstekorten, 2) het bevorderen van de duurzame inzetbaarheid van vrouwen op de arbeidsmarkt en 3) het voorkomen van (energie)armoede. Bij publicatie heeft onderzoeker/auteur Anouk Creusen (75inQ) bij BNR nieuwsradio een interview gegeven en een uitnodiging voor het duurzame spreekuur van de TK op 7 september. Bovendien is in de bijlage van het FD in juni hier een interview over verschenen met Marsha Wagner. Het traject krijgt 2 vervolgonderzoeken: 1) het werkende initiatief "Wijk Energie Werkt" wordt nader onderzocht (actieonderzoek) en hoe opschaling mogelijk kan worden gemaakt en 2) een onderzoek naar welke mkb-impuls nodig zijn om hiermee aan de slag en welke belemmeringen zij ervaren. Beide onderzoeken starten in september 2023.

### Learning communities in de praktijk

In 2022 en begin 2023 is hard gewerkt om de nationale learning community systeemintegratie voor te bereiden die nu van start gaat. In de learning community gedachte worden leren, werken en innoveren aan elkaar verbonden door ze dicht tegen elkaar te organiseren. Overheid, bedrijven en kennisinstellingen werken hier nauw samen. Learning communities dragen - door de directe dialoog tussen de deelnemers over de vraagstukken die in de praktijk leven - niet alleen in belangrijke mate bij aan het versnellen van de energietransitie, maar ook aan de doelen van 'leven lang leren'. Dit is een initiatief van en gesteund door Topsector Energie Systeemintegratie, Digitalisering en Human Capital Agenda. Op inhoudelijk vlak wordt in deze learning community ook samengewerkt met de Human Capital Agenda van GroenvermogenNL.

## Digitalisering

### Doel

Digitalisering is een doorsnijdend innovatieprogramma van de Topsector Energie. Het richt zich op alle energietransitievraagstukken waar digitalisering (in welke vorm dan ook) een bijdrage kan leveren aan het bereiken van de maatschappelijke energietransitie doelstellingen, het zo mogelijk versnellen van onderdelen daarvan maar ook disruptieve innovaties die de energievraagstukken in een heel ander daglicht zetten.

De energietransitie en de digitale transitie vinden tegelijkertijd plaats en zijn beide onomkeerbaar. De Europese Commissie benadrukt dat "Europa het voortouw moet nemen in de transitie naar een gezonde planeet en een nieuwe digitale wereld". Met het concept van de Twin Transitions stuurt de Europese Commissie aan op het combineren van deze transities zodat ze elkaar kunnen versterken en versnellen.

Digitalisering kan de energietransitie op verschillende manieren versnellen. Het maakt functies mogelijk zoals monitoring en tracking voor beter inzicht, maar ook simulatie en voorspellingen voor betere analyses, planning ontwerp of operatie. Ook draagt het bij aan beter systeemmanagement om te gaan met toenemende complexiteit op de werking van energiesystemen, opweklocaties, energienetwerken en energiemarkten. Daarnaast zorgen moderne informatie- en communicatietechnologieën voor bijna onbeperkte verzameling en uitwisseling van data.

Maar we moeten digitalisering niet alleen gebruiken als instrument om de missies uit het klimaatakkoord te behalen. De energietransitie staat niet op zichzelf. De energiesector moet zich bewust worden van de digitale transitie, wat die teweegbrengt en op die (nu nog niet te voorspellen) ontwikkelingen aanhaken, maar ook voorbereid zijn op de risico's en randvoorwaarden. Anders zijn straks de maatschappelijke missies uit het klimaatakkoord gehaald maar heeft de energiesector 'de

digitale boot gemist' met alle gevolgen van dien. Pas wanneer de energietransitie gelijktijdig aanhaakt bij de digitale ontwikkelingen die ook plaatsvinden heb je succes.

Een open, eerlijk en democratisch bestuurbaar energiesysteem is daarbij een politieke keuze en vereist publieke inzet. Het is nodig om met publieke middelen te werken aan een digitaliseringsfundament, zodat we richting een duurzame energiesector bewegen die wordt gedreven door digitale oplossingen en innovaties die zijn geworteld in gemeenschappelijke (publieke) waarden.

### *Context opgave Digitalisering & energie*

Zonder energie bestaat er geen digitalisering, en geen economie. Energie is een fundament onder onze samenleving. En inmiddels is er zonder functionerend digitaal systeem ook geen energiesysteem meer. De relatie tussen digitalisering en energie is symbiotisch geworden. Wij hadden een energiesysteem nodig om internet te ontwikkelen. Nu hebben wij internet nodig om het energiesysteem te behouden.

Digitalisering wordt grofweg op twee manieren ingezet: enerzijds om bestaande systemen te veranderen, overbodig te maken, een disruptie teweeg te brengen en een nieuwe orde te bewerkstelligen. Anderzijds zetten wij digitalisering in om de de status quo te behouden. Digitalisering om effectiever olie te pompen, digitalisering om afhankelijkheden van klanten te vergroten, digitalisering als lock-in. Wij moeten ons bewust zijn van welke vorm van digitalisering wij voeden.

De in november 2021 gepubliceerde Digitaliseringsagenda heeft aan actualiteitswaarde niets ingeboet. De daarin uitgezette lijnen zijn nog immer de ruggengraat van de programmering van het doosnijdende thema Digitalisering. Door gericht in te zetten op kansrijke coalities (zoals bijvoorbeeld NCDD en CS4NL) is inmiddels een stevig fundament gelegd voor de drie digitale succesfactoren: Referentiearchitectuur, Data Governance en Cybersecurity. Door de komst van het Nationaal Plan Energiesysteem en de daarmee samenhangende behoefte om te komen tot een bijpassende digitaliseringstrategie komen de verschillende sporen samen.

## Deelprogramma's en fasering

Het DST Digitalisering zet in op innoveren met digitale en informatietechnologieën en tegelijkertijd reflecteren op digitalisering en de fundamentele vragen die dit oproept. We hebben daarin drie hoofdtaken, met daarbinnen de volgende doelen:

1. Kennis en innovatie programmeren
  - a. We identificeren knelpunten voor de Missies A, B, C en Systeemintegratie waar digitalisering mogelijk een oplossing kan bieden of voor innovatie zorgen.
  - b. We werken aan digitale succesfactoren voor de digitalisering van het energiesysteem om een goed fundament te creëren en ongewenste gevolgen van digitalisering tegen te gaan.
  - c. We borgen een duurzaam digitaal fundament in de subsidieregelingen en zorgen dat de regelingen meegaan in de ontwikkelingen die op digitale innovaties plaatsvinden.
  - d. We treden op als brugfunctie tussen de IT- en energiesector; we duiden digitale technologie en digitaliseringsvraagstukken in de context van de energietransitie.
  - e. We borgen dat digitalisering landt in beleid van het ministerie van EZK.
2. Netwerken en coalities bouwen en versterken
  - a. We creëren en versterken coalities tussen publieke, private en kennispartijen, evenals collega-topsectoren en andere intermediairs.

- b. We leggen verbinding tussen de Topsector Energie en reeds bestaande initiatieven op het gebied van digitalisering en innovatie waar we voor de energiesector gezamenlijk kunnen programmeren.
  - c. We dragen bij aan de vorming van consortia (tussen IT- en energiepartijen) zodat uitwisseling kan plaatsvinden op businessniveau (gezamenlijke proposities) en kennis en vaardigheden, zowel energie- als digitaal.
  - d. We dragen bij aan een aantrekkelijk speelveld waar we IT-partijen hun toegevoegde waarde laten zien, zodat ze verleid worden mee te doen aan innovatieregelingen en projecten in het energiedomein. En andersom, in het energiedomein gezien wordt wat de transformatieve kansen zijn van digitale en informatietechnologieën.
3. Kennisdeling in de sector
- a. We stimuleren uitwisseling van kennis over energie en digitaal binnen het ecosysteem (via webinars, bijeenkomsten, workshops, netwerkevent).
  - b. We delen ontwikkelingen die er zijn als het gaat om digitaal/energie binnen beleid en hoe beleid en aankomende wetgeving invloed heeft op innovatie in de energiesector.

## Positionering

### *Kennispositie/ positie bedrijven in NL*

Op het gebied van digitalisering hebben we een sterke kennispositie in Nederland: we beschikken over betrouwbare digitale infrastructuur en hoogstaande technologieontwikkeling. Daarbij wordt actief gewerkt aan de nadere implementatie van de Digitale Informatie- & Communicatietechnologieën zoals geprogrammeerd door de Topsector ICT en HTSM binnen de context van de energiesector. Goede voorbeelden hiervan zijn de AI Coalitie, het BGP Decentrale Technologie en CS4NL. Rondom deze initiatieven is een stevig ecosysteem van kennisinstellingen en bedrijfsleven gevormd, waar het DST Digitalisering integraal onderdeel van uit maakt.

Aandachtspunten hierbij zijn wel dat wanneer de digitale successfactoren (referentiearchitectuur, data governance en cybersecurity) onvoldoende geborgd zijn in al deze ontwikkelingen, zowel het concurrentievermogen als de innovatiekracht onder druk komen te staan. Helemaal daar de komst van nieuwe EU wetgeving en standaarden waaraan voldaan dienen te worden dit zelfs noodzakelijk maakt. Omgekeerd geldt daarbij wel dat, wanneer we de digitale succesfactoren wel aan de voorkant goed borgen, we juist een sterkere concurrentiepositie kunnen bewerkstelligen.

### *Innovatie ecosysteem*

We werken nauw samen met zowel de TKI's, MMIP's en DST's van de Topsector Energie. Daarnaast werken we ook nauw samen met andere topsectoren, zoals Topsector ICT, HTSM (in bijna alle gevallen) en soms zelfs alle andere topsectoren zoals binnen CS4NL het geval is. We spelen een actieve rol in de learning communities die zich (mede) richten op digitaliseringsonderwerpen, onderhouden goede banden met de Regionale Ontwikkeling Maatschappijen en participeren in allerlei gremia zoals bijvoorbeeld de werkgroep Energie van AINed.

We spelen een actieve rol in de totstandkoming en verdere uitbouw van netwerken en coalities zoals de Club van Wageningen, Transform, NL AIC, CS4NL en FLECS. Middels onze webinars en fysieke (netwerk)events hebben we inmiddels een uniek ecosysteem van meer dan 700 professionals op gebied van energie en digitalisering aan ons weten te binden.

### *Samenhang nationale programma's*

Het al eerder genoemde NPE kent de wens om een gedegen digitaliseringstrategie als missing link in de energietransitie vorm te geven. Hier zal de komende tijd nadrukkelijk de samenwerking gaan intensifieren. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de ontwikkelingen zoals geprogrammeerd binnen zowel de KIA-SleutelTechnologieën als de KIA-Digitalisering van de Topsector ICT.



Ook wordt ondersteuning geboden aan de totstandkoming van voor ons relevante voorstellen binnen het National GroeiFonds, zoals het voorstel rondom Cybersecurity (voortkomende uit CS4NL) en het voorstel rondom Decentrale Technologie (wat een sterke link heeft met digitaliseringsonderwerpen zoals materialenpaspoorten, carbon tracking system etcetera).

Met NWO/NWA wordt in samenwerking met het DST HCA een synergiethema vorm gegeven rondom digitalisering, arbeidsmarktonderzoek en de gebouwde omgeving. Last but not least wordt voor het eerst ook actief meegewerkt aan de inhoudelijke invulling van regelingen zoals de MOOI.

### *Internationale inzet*

De huidige situatie is dat we ad-hoc reageren op internationale missies en eventuele reisverzoeken vanuit EZK. Hier is vanwege de noodzakelijke focus op het goed op orde krijgen van de fundamenten van het DST Digitalisering tot nu toe weinig aandacht aan besteed.

Voor de komende periode wordt hier verandering in aangebracht. Op de volgende drie punten willen we duidelijkheid krijgen komend jaar:

1. Zicht hebben op internationale ontwikkelingen: Deelname aan internationale activiteiten zijn van belangrijk om te borgen dat de kennisontwikkeling op de verschillende programmaliijnen aan blijft sluiten bij internationale ontwikkelingen (bijvoorbeeld EU-wetgeving). Hoe zorg je dat dingen die internationaal gebeuren goed in de programmering landen?
2. Deelnemen aan internationale activiteiten: Sommige dingen kunnen we als NL niet alleen doen, dus bewust internationaal opzetten. Bijvoorbeeld rondom wind op zee omdat dit een internationaal speelveld is.
3. Koploperspositie: Waar zijn we goed in in Nederland? Waar zijn we voorloper in op Europees vlak?

Wat gaan we doen?

- Plan opstellen voor internationale inzet:
  - o Inventarisatie internationale bodies/initiatieven die soortgelijke dingen doen als wij en regelingen;
  - o Inventariseren wat de behoeften zijn in de NL energiesector op het vlak van internationale ontwikkelingen en activiteiten;
  - o Visie op internationale inzet (samen met RVO)
- Netwerken en relaties bouwen: uitbouwen van ons netwerk door verbinding te maken met anderen die internationaal bezig zijn (RVO, NCC-NEXIS, ROMS).

### **Maatschappelijk Verantwoord Innoveren**

Maatschappelijk Verantwoord Innoveren energie (MVI) is een doorsnijdend innovatieprogramma van de Topsector Energie. Het ondersteunt de diverse Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKIs) en missieteams van de Topsector Energie en breder. De focus ligt op de klimaat- en circulaire economie innovatiemissies.

Doel

De overkoepelende, inhoudelijke doelstelling van het MVI-Energie programma is om ervoor te zorgen dat *het de klimaat- en energie missies lukt om de energie- en grondstoffentransitie zo te realiseren dat het sociaal fundament geborgd blijft (energie-rechtvaardigheid/ inclusie/ zeggenschap) en dat het tegelijkertijd lukt om binnen ecologische grenzen te blijven als mensheid.*

Dit vraagt erom met energie-innovatie geen sociale en ecologische schade te doen en waar kan juist biodiversiteit en gemeenschapszin te herstellen en bij te dragen aan andere ecologische en sociale doelstellingen.

Om deze inhoudelijke doelstelling te realiseren richt MVI-Energie zich in de periode 2024-2027 op drie zaken:

### **1) Verdere integratie van het MVI-gedachtengoed op inhoud en uitvoering van missies**

Het MVI-gedachtengoed heeft **een strategisch-inhoudelijke werking** – het bepaalt de lens waarmee gekeken wordt naar 'een probleem'. Met een MVI-bril op wordt het klimaat-, energie- en grondstoffenprobleem automatisch breder gedefinieerd dan puur als technisch-economische uitdaging. Ook de sociaal-culturele en politiek-bestuurlijke wenselijkheid en de sociale, ecologische, juridische en organisatorische haalbaarheid zijn onderdeel van de probleemdefinitie en van de oplossing. Ter illustratie: een hele Noordzee vol afgesloten windmolenparken, waar geen risico bestaat op schade door andere gebruikers, kan technisch-economisch efficiënt lijken, maar is sociaal-cultureel en politiek-bestuurlijk niet wenselijk en onhaalbaar vanuit ecologisch, juridisch en organisatorisch perspectief.

Het afgelopen jaar heeft het MVI-programma het planetaire grenzen/ donut model geïntroduceerd om met TKI's en missieteams te bepalen hoe goed het lukt om sociale ondergrenzen te borgen en ecologische bovengrenzen niet te overschrijden. Dit levert diverse witte vlekken op waar we komende jaren de aandacht op willen richten.

We blijven de komende jaren dit model hanteren in gesprek met TKI's en missieteams om steeds beter in beeld te brengen waar onbewust planetaire grenzen in het gedrang komen en de kwaliteit van energie-innovatie omhoog moet, omdat anders 'stikstofgrenzen', 'zoetwatergrenzen', of 'erbarmelijke arbeidsomstandigheden in de grondstoffenketen' (om maar enkele voorbeelden te noemen) roet in het eten gooien en de uitrol van energie-innovatie tot een halt brengen.

Het MVI-gedachtengoed kent ook **een tactisch-operationele werking**, omdat de realisatie van maatschappelijke verantwoorde innovatie een andere manier van innoveren vraagt. *Integralere* oplossingen, vragen grotere betrokkenheid van een breder veld aan actoren, wat weer vraagt om een *iteratieve/* kort-cyclische manier van innoveren, met betrokkenheid van 'de hele mens' (hoofd, hart, handen) en vanuit een directe verbinding met eindgebruikers en andere geaffecteerde mensen, in *co-creatie*, en in verbinding met de leefomgeving die geïmpliceerd is in 'het probleem'.

[Oftewel, als voorbeeld: in het MVI-North Sea Energy Lab werden vissers en natuurorganisaties in met elkaar en met windparkontwikkelaars in gesprek gebracht opdat zij samen konden werken aan innovaties, zoals laag invasieve vistechnieken, waardoor windparken ook bij kunnen gaan dragen aan de noodzakelijke eivwitransitie op de Noordzee en aan herstel van ecologische draagkracht.

In het kader van onze bijdrage aan de verdere integratie van MVI in inhoud en uitvoering van klimaat- en energiemissies, is de ambitie van het MVI-programma om TKI's en missieteams de komende jaren gericht te ondersteunen bij zogenaamde '*groen-groen*' dilemma's. Groen-groen dilemma's doen zich voor als oplossingen voor sommige sociale en ecologische grenzen juist positief uitpakt en voor andere negatief en niet kiezen niet beter is. MVI-E gaat met de TKI's dit type dilemma's verkennen en toewerken naar een bewuste, onderbouwde keuze, met kennis van de neveneffecten daarvan.

Een voorbeeld van een groen-groen dilemma is de noodzakelijke tempoverhoging van het isoleren van woningen. Hoe hoger het tempo van het isoleren van woningen, hoe groter de druk op vleermuizen, die via de wet natuurbescherming terecht worden beschermd. Ook isoleren is goed voor de natuur (en vleermuis) omdat hiermee de uitstoot van CO<sub>2</sub> omlaaggaat, maar dat gaat ineens een stuk stroever als de zorgen toenemen om vleermuizen. Dit was een lastig dilemma. Door gerichte actie op dit vlak werd ruimte gecreëerd voor zowel bescherming van de vleermuis, uitbreiding van habitats van vleermuizen, als voor versnelling van het tempo van isoleren van huizen<sup>17</sup>.

## 2. Gebiedsgericht en gebiedsgedreven innoveren

MVI richt sinds twee jaar specifiek de aandacht op het belang van gebiedsgericht en gebiedsgedreven innoveren. In gebieden komt namelijk alles samen. Vanuit het perspectief van gebieden is de energietransitie overduidelijk slechts een van de vele opgaven. En wordt direct helder dat de gebiedsspecifieke context grote invloed heeft op de vraag welke oplossingen het beste passen, ruimtelijk, landschappelijk, sociaalcultureel en als het gaat om het bijdragen aan andere opgaven. Oplossingen die meervoudige waarde creëren zijn in gebieden zeer gewenst. Dit geldt niet alleen in landelijke gebieden. Zowel uit de door MVI-e (samen met het TKI-Energie & Industrie) in gang gezette Delphi toekomstverkenning van de industrie in 2050 en het traject overheidsconsultatie, werd duidelijk dat ook industriële transformatie sterk afhangt van specifieke gebiedsrealiteiten en dat een gebiedsfocus voor innovatie van groot belang is, in aanvulling op sectorale innovatie.

Om vanuit gebiedsperspectief innovatievragen op te halen en best-practices te destilleren, en te vertalen voorbij de gebiedsspecifieke context, heeft MVI het de afgelopen twee jaar mogelijk gemaakt dat gebiedscoalities en nationale en sectorale beleids- en innovatieprogramma's met een gebiedsgerichte impact elkaar ontmoetten, om kennis uit te wisselen en de kans van slagen van integrale oplossingen te vergroten (2-daagse bijeenkomsten gebiedsinnovatie in juni 2022 en 2023 en het najaarsymposium gebiedsinnovatie van de Topsector Energie in 2022)<sup>18</sup>.

In 2023 is MVI drie gebiedsprocessen gaan ondersteunen waar de energieopgave belangrijk was en tegelijkertijd een belangrijke wisselwerking kende met andere opgaves (Salland: landbouw- en voedseltransitie ontmoet energietransitie // Emmen: naar energielandschappen 4.0, o.a. via digitalisering // Westerschelde: energietransitie als 'enabler' van herstel gezondheid en vitaliteit van een stroomgebied).

Voor de periode 2024-2027 willen we een aantal gebieden blijven ondersteunen en in aanvulling hierop de aandacht richten op 'capacity building' als het gaat om gebiedsgedreven innoveren; welke innovatievaardigheden hebben we hiervoor nodig? Daarnaast werken we aan een bredere 'gebiedsinnovatie' agenda samen met allerlei nationale programma's, zoals NP RES, NPLG en Agenda-Natuurinclusief, en met gebiedscoalities.

Eerder zijn vijf ontwerpprincipes gedefinieerd voor gebiedsgedreven innoveren, die een eerste keer beschreven zijn in het essay '[Een Nieuw Kompas voor Nederland – een pleidooi voor gebiedsinnovatie met diepe wortels](#)'. De vraag voor 2024-2027 is hoe deze ontwerpprincipes toe te passen, ook in wisselwerking met elkaar. Dit roept allerlei innovatievragen op. Hieronder staan er telkens een of twee genoemd, ter illustratie.

*Ontwerpprincipe – 'Faciliteer meebewegen met het bodem- en watersysteem in een gebied'*

<sup>17</sup> <https://www.p2.nl/cases/oplossingen-voor-een-groen-groen-dilemma/>

<sup>18</sup> Zie ook: [www.hetnieuwekompas.nl](http://www.hetnieuwekompas.nl) voor meer informatie

- Wat als 'meebewegen met' het bodem- en watersysteem in gebieden werkelijk het uitgangspunt vormt: wat betekent dit dan voor de energie-, voedseltransitie, de woningbouwopgave, etc. in specifieke gebieden?
- Hoe maken we zichtbaar wat het bodem-watersysteem nodig heeft en zorgen we dat dit meegenomen wordt in processen gericht op de energie-, voedseltransitie en woningbouwopgave?

*Ontwerpprincipe – 'Organiseer een veilige tussenruimte'*

- Hoe verhouden goed functionerende tussenruimtes/soft spaces waarin vernieuwing ontstaat doordat het eigen belang van deelnemers op gaat in een groter belang, zich tot traditionele democratische processen en antitrust wetgeving?

*Ontwerpprincipe – 'Stimuleer de transitie van ego- naar ecobewustzijn'*

- Hoe kunnen kunst- en ervaringsgerichte werkvormen worden ingezet, zoals systemische werkvormen, film, beeld en muziek om de kans te vergroten dat mensen in een gebied hun ego-structuren tijdelijk loslaten en zich makkelijker verbinden aan een collectieve queeste om met elkaar 'het goede' te doen voor een gebied?

*Ontwerpprincipe – 'Benut beschikbare middelen voor meervoudige doelen'*

- Hoe zorgen we dat we doelen niet simpelweg stapelen, maar met elkaar naar de grootste mogelijke waarde zoeken in een gebied en daarbij maximalisatie per doel loslaten?

*Ontwerpprincipe – 'Voedt institutionele innovatie, vanuit het gebied'*

- Hoe creëren we betekenisvolle feedbackloops vanuit gebieden naar nationale overheden, die voor specifieke doelstellingen aan de lat staan en ook verantwoordelijkheid hebben voor wet- en regelgevend kader, dat al dan niet knellend werkt om doelstellingen in gebieden te realiseren.

*Succesvoorbeeld MVI-Energie:*

De Club van Wageningen – een verandernetwerk<sup>19</sup> dat zich erop richt een steeds verder digitaliserend energiesysteem eerlijk, inclusief en democratisch bestuurbaar te houden, is zich sinds 2023 ook specifiek gaan richten op gebieden<sup>20</sup> om tot specifieke 'digitale' ontwerpprincipes te komen die bijdragen aan behoud van deze cruciale publieke waarden.

In de periode 2024-2027 zal de Club van Wageningen werken aan de vraag: hoe gaan we in de praktijk digitale energiesystemen ontwerpen die in een specifieke fysieke context zeggenschap borgen, eerlijk zijn en inclusief blijven. Hierbij staan vier schaalniveaus centraal: het huis, de straat en de wijk, het bedrijventerrein en gebieden.

### 3. Capacity building

<sup>19</sup> Financieel en organisatorisch ondersteund door MVI-energie, TKI Urban Energy en het digitaliseringsprogramma van de Topsector Energie. Zie ook: [www.clubvanwageningen.nl](http://www.clubvanwageningen.nl)

<sup>20</sup> Gebieden vormen een van de vier schaalniveaus waar de Club van Wageningen de aandacht op richt. De andere niveaus zijn: het huis, de straat en de woonwijk en het bedrijventerrein.

Samenwerken met openheid van geest en met een bereidheid om gaandeweg te itereren, als de realiteit verandert of duidelijker wordt, is een belangrijke vaardigheid om op een verantwoorde manier te innoveren.

In 2023 richtte MVI-E extra aandacht op de ondersteuning van het nieuwe programma 'Verbouwstromen' van TKI Urban Energy, waarbinnen renovaties van vergelijkbare woningtypes in bezit van verschillende eigenaren gebundeld worden. We hielpen bij het komen tot langjarige, flexibele en ambitieuze samenwerkingen waarin risico's en kennis transparant gedeeld worden.

In de periode 2024-2027 zal nog meer aandacht gaan naar het bevorderen van de vaardigheden die onderliggend zijn aan het maatschappelijk verantwoord innoveren. Denk dan aan:

- *Innoveren met open houding (vizier, hart en wil)* – de basishouding die nodig is voor compassievolle systeemverandering
- *Multistakeholder innovatie* – een innovatieproces zo opzetten dat 'het hele systeem' dat relevant is voor een opgave kan en wil meedoen – zie ook de theorie van soft spaces en tussenruimtes.
- *Systemisch intelligent innoveren* – gedragingen boven water, worden veroorzaakt door de 90% van het systeem dat zich onderwater bevindt – onze mentale modellen en wereldbeeld bepalen spelregels en afspraken – systemisch intelligent innoveren is een vorm van innoveren waarbij de onderstroom zichtbaar wordt gemaakt en een nieuw narratief kan ontstaan
- *Biomimicry / natuur geïnspireerd innoveren* – de intelligentie van natuurlijke systemen als inspiratiebron voor warmte- en koude oplossingen, ecologisch herstel in wind- en zonneparken

### **Samenwerking MVI-energie**

MVI-energie werkt in al haar opdrachten samen met TKIs en missieteams. Vooral als het gaat om gebiedsgerichte en gebiedsgedreven innovatie werkt MVI-energie samen met allerlei nationale programma's die willen leren om gebiedsgerichter te werken aan nationale opgaven (zoals NP-RES, NP-LG, Agenda Natuurinclusief) en met gebieden (en gemeenschappen van actoren in gebieden) zelf.

## 6. Instrumenten

### De DEI+-regeling

De DEI+ ondersteunt pilot- en demonstratieprojecten voor klimaatprojecten die ook de circulaire economie dienen. De doelstelling van DEI+ is dat projecten bijdragen aan het kosteneffectief reduceren van CO<sub>2</sub>-emissies in Nederland. Deze innovaties moeten binnen 10 jaar een eerste markttoepassing kennen. Projecten kunnen op, onder andere, de volgende onderwerpen aanvragen indienen: aardgasloze woningen, wijken, woongebouwen en utiliteitsgebouwen, CCUS, circulaire economie, energie-efficiënte, hernieuwbare energie, flexibilisering van het energiesysteem en lokale infrastructuur.

### De TSE-regelingen

De TSE-regelingen (vanaf 2012 tot heden) zijn gericht op het ondersteunen van energie innovatie onderzoeks- en ontwikkelingsprojecten. Ook kunnen haalbaarheidsstudies ter voorbereiding van grotere demonstratieprojecten gesubsidieerd worden. Met de komst van het Klimaatakkoord en het missiegedreven innovatiebeleid is de doelstelling van de regelingen bijgestuurd van verdienvermogen en exportpotentie naar CO<sub>2</sub>-reductie in Nederland en het bijdragen aan de genoemde missiedoelstellingen. Bij deze overgang zijn vanaf 2020 een aantal van de TSE-regelingen gebundeld in de overkoepelende regeling Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie (hierna: MOOI). De TSE-regelingen zijn additioneel ten opzichte van de MOOI regeling.

### De MOOI-regeling

De MOOI-regeling ondersteunt brede, multidisciplinaire samenwerkingsverbanden rondom het ontwikkelen van integrale oplossingen. Dit houdt in dat een consortium van bedrijven en kennisinstellingen samenwerken aan een complete oplossing voor een innovatieve uitdaging. Door alle facetten van de innovatieve oplossing integraal mee te nemen, wordt de slaagkans van de innovatie vergroot en wordt gezamenlijke kennisontwikkeling en -deling gestimuleerd. De TSE-regelingen zijn zoals hierboven genoemd additioneel ten opzichte van de MOOI-regeling, omdat niet alle innovatieprojecten in een groot consortium integraal opgepakt kunnen of moeten worden. Dit zijn veelal kleinere, specifieke innovatieprojecten die snel tot resultaat kunnen leiden.

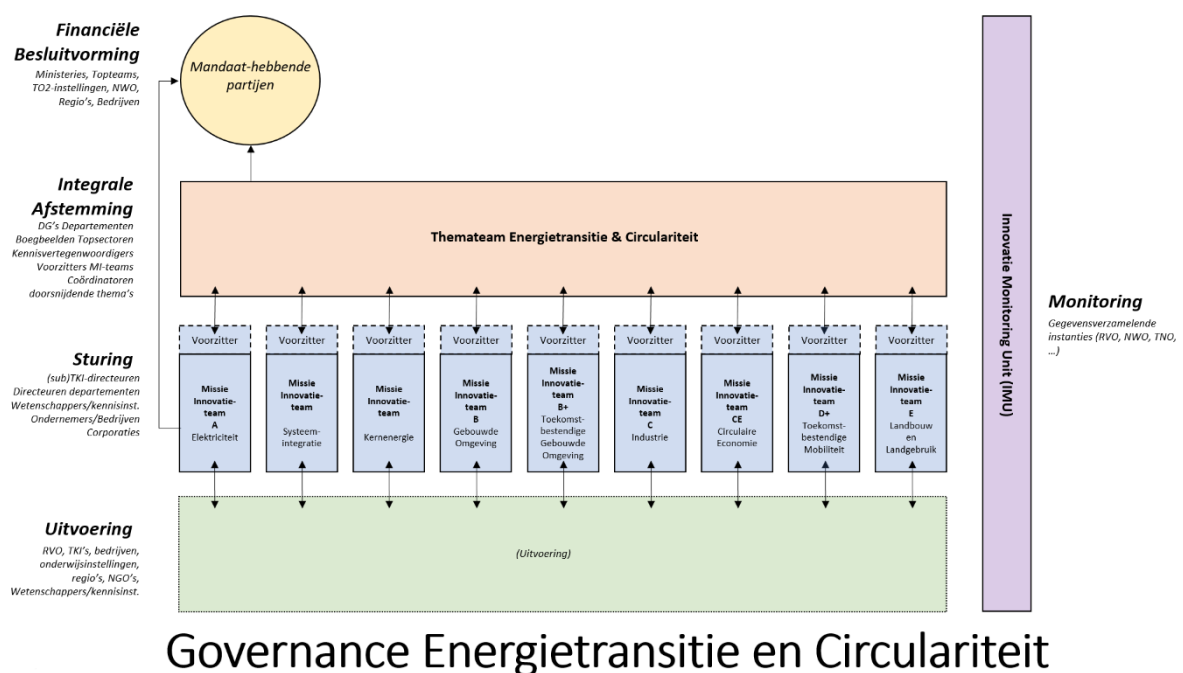
### De HER+ regeling

De HER+ ondersteunt innovatieprojecten gericht op kostenreductie van bestaande SDE-technieken en wind op zee. Zodoende leiden deze innovaties tot kostenvoordelen die groter zijn dan de subsidie die voor het project aangevraagd wordt. Vervolgens leidt deze kostenbesparing tot minder vraag naar subsidie in de exploitatiefase van projecten. Hierdoor wordt bespaard op (toekomstige) uitgaven aan SDE-subsidies. Deze innovaties moeten uiterlijk in 2030 een eerste markttoepassing kennen.

## 7. Samenwerking en uitvoering

### Innovatie Monitoring Unit

De Innovatie Monitoring Unit (IMU) is een jaarlijkse monitoring van het missiegedreven energie-innovatie beleid. Het IMU is bedoeld als het monitorings- en evaluatie sluitstuk van de beleidscyclus. Het bestaat uit missie specifieke rapportages en een integrale rapportage. De missie specifieke rapportages worden gemaakt door de missieteams zelf (met data aangeleverd door RVO) en dienen ter bespreking in het Missieteam, waarbij de voortgang op de doelen besproken wordt en lessen getrokken worden voor de programmering voor aankomend jaar. Idealiter is het dus, naast verantwoording afleggen een middel dat helpt om te sturen richting volgend jaar. Daarnaast dienen de missierapportages als input voor de integrale rapportage. Deze integrale rapportage wordt voorgelegd in het Themateam, waarin ook een beeld kan worden gegeven van de algehele stand van zaken. Idealiter ontstaat er door deze rapportages ook meer matchmaking tussen de TKI's en discussies op de juiste plekken.



## Governance Energietransitie en Circulariteit

### Regionale Ontwikkelingsmaatschappijen

Er kan meer rendement uit de KIA's worden gehaald als inspanningen van het Rijk en de regio's meer op elkaar worden afgestemd. De provincies en regionale ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's) zijn zeer actief om innovatie te stimuleren en relevante ecosystemen te ontwikkelen en uit te bouwen. Provincies dragen met diverse instrumenten bij aan het versterken van regionale ecosystemen. Denk aan startersstimulering, clusterontwikkeling, campusvorming, field- en living labs, kennisverspreiding. Ook verzorgen zij de cofinanciering van innovatieprojecten via EFRO, MIT, INTERREG en eigen regelingen, en hebben meerdere provincies innovatie- en energiefondsen opgericht, ten behoeve van investeringen in de energietransitie. Provincies zijn samen met het Rijk ook aandeelhouder en subsidiënt van de ROM's.

De regionale ontwikkelingsmaatschappijen (ROM's) zijn een belangrijke partner bij het opschalen van innovaties door startups en innovatieve mkb-ondernemingen. De ROM's doen dit enerzijds door te investeren in startups en scale-up met hun investeringsfondsen en anderzijds door de uitvoering van hun kerntaken op het gebied van innoveren en internationaliseren.



Jaarlijks investeren de ROM's vanuit hun investeringsfondsen (zowel de 'eigen' fondsen – met Rijk en regio (vooral provincies) als aandeelhouder – als de fondsen 'in beheer', veelal voor provincies, gemeenten en soms kennisinstellingen) in zo'n 200-300 bedrijven met een totaal volume van 100-200 miljoen euro. De totale portfolio van de ROM's bestaat uit ongeveer 1.000 bedrijven. De ROM's zijn betrokken bij zo'n 50-60% van alle bedrijven die de afgelopen jaren startup of later-stage capital wisten aan te trekken. Ook bieden de ROM's steeds meer programma's aan om ondernemers te coachen in hun opschalingstraject, bijvoorbeeld ten aanzien van het vinden van financiering of het betreden van buitenlandse markten. Daarmee hebben de ROM's goed zicht op het landschap van startup en scale-ups in Nederland en zijn zij een belangrijke partner bij de opschaling van innovaties door ondernemers.

Een ander belangrijk onderdeel van de ROM's is de ontwikkelkracht: het opwerken en realiseren van innovatieprojecten, businesscases en innovatieprogramma's met innovatieve mkb-ondernemingen en het actief ontwikkelen van regionale innovatie-ecosystemen. In 2022 ging het om 810 innovatieprojecten met betrokkenheid van naar schatting enkele duizenden bedrijven, op het gebied van o.a. energietransitie, voedseltransitie, grondstoffentransitie, gezond ouder worden, veiligheid en sleuteltechnologieën zoals quantum, waterstof en AI. Het aantal projecten op het terrein van energietransitie en circulaire economie neemt jaarlijks toe. Deze activiteiten worden gefinancierd door zowel EZK als de provincies (en soms ook gemeenten en/of kennisinstellingen). De ROM's dragen met enerzijds hun unieke positie als schakel tussen Rijk en regio en anderzijds hun ontwikkelkracht bij aan het versterken van de verbinding tussen nationaal beleid en regionale ontwikkelingen.

Tot slot hebben de ROM's als taak om, in afstemming met de NFIA, buitenlandse bedrijven naar Nederland aan te trekken, met name die bedrijven die iets toevoegen aan het (regionale) ecosysteem. En daarnaast werken de ROM's, met partners zoals RVO onder de vlag van Trade & Innovate NL, gezamenlijk aan het stimuleren en faciliteren van de internationale activiteiten van het regionale mkb. Ook dit is een belangrijk onderdeel van de opschaling van de innovaties die in het missiegedreven innovatiebeleid worden ontwikkeld.

### Energietransitie & Circulariteit

Alle ROM's richten zich op het thema Energietransitie en Circulariteit. De inzet op dit thema neemt de laatste jaren steeds meer toe, gezien het toenemende belang dat zowel Rijk als provincies aan dit thema hechten. Ook de samenwerking tussen de ROM's onderling en met andere partners (zoals RVO, TNO en Invest-NL) neemt toe, op thema's als batterij-technologie, groene chemie en smart energy hubs. In de komende KIC-periode zetten de ROM's zich in om de aansluiting tussen nationale en regionale initiatieven verder te versterken. Een van de grootste uitdagingen is het opschalen van initiatieven die in een of meer regio's worden ontwikkeld. Hiervoor investeren ROM's in startups en innovatieve mkb-ondernemingen, organiseren zij een goed regionaal aanbod van coaching programma's voor ambitieuze en innovatieve ondernemers, en versterken ROM's waar nodig de verbindingen binnen en ook tussen regio's. Een van de ambities hierbij is om – samen met de provincies – te werken aan een actueel overzicht van relevante regionale initiatieven binnen deze KIA.

## Samenwerkingspartners

[Topsector Energie](#)

[TKI Urban Energie](#)

[TKI Energie en Industrie](#)

[TKI Offshore Energy](#)

[TKI Nieuw Gas](#)

[TKI Bouw en Techniek](#)

[Topsector Chemie](#)

[TKI Groene Chemie & Circulariteit](#)

[TU Delft](#)

[NWO](#)

- [KIC](#)
- [NWA](#)

[TNO](#)

[ROM Nederland](#)

[Interprovinciaal Overleg \(IPO\)](#)

[Ministerie van Economische Zaken en Klimaat](#)

[Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat](#)

[Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties](#)

[Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit](#)