

Missiegedreven Meerjarig InnovatieProgramma (MMIP) 13:

Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem

Programmaplan 2024-2028

Juni 2023

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Korte samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Het programma in vogelvlucht	7
2.1 Onderwerpen	7
2.2 Prioritering	10
3. Opzet programma	13
3.1 Innovatieopgave	13
3.2 Structuur programma.....	14
4. Deelprogramma's	16
4.1 Deelprogramma 1 – Sociaal deelsysteem	16
4.2 Deelprogramma 2 – Technisch deelsysteem	22
4.3 Deelprogramma 3 – Economisch deelsysteem	34
4.4 Deelprogramma 4 – Ruimte en leefomgeving	41
4.5 Deelprogramma 5 – Complexe besluitvorming	44
5. Doelstellingen per onderwerp	51
6. Relaties met generieke thema's.....	54
6.1 Digitalisering	54
6.2 Circulariteit	54
6.3 Human Capital	55
6.4 Maatschappelijk Verantwoord Innoveren (MVI)	55
7. Communicatie, leren en disseminatie.....	56
7.1 Positionering en doelen	56
7.2 Stakeholders en strategie.....	56

7.3 Communicatiemiddelen	57
8. Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren op hoofdlijnen	58

Korte samenvatting

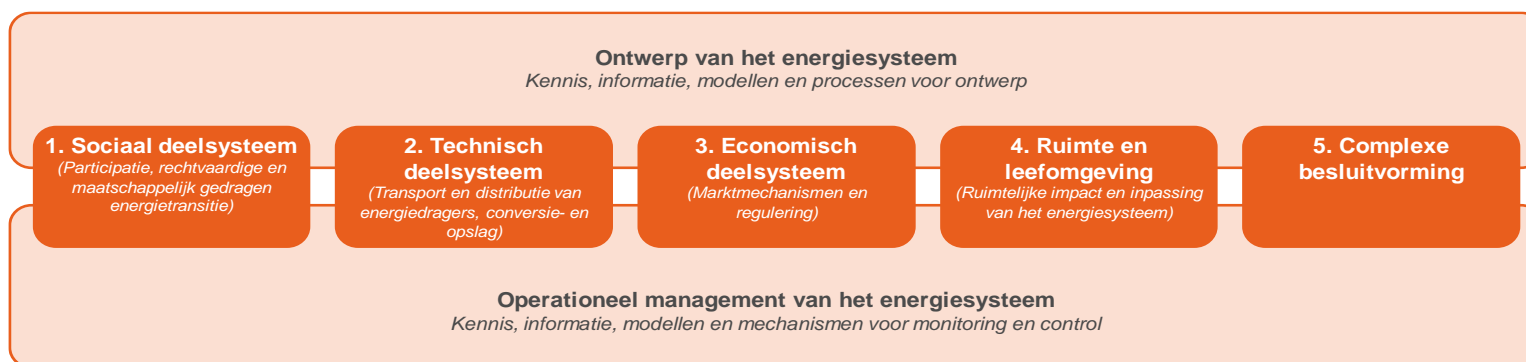
Dit document bevat het programmaplan voor de periode 2024-2028 van het Missiegedreven Meerjarige Innovatieprogramma Systeemintegratie (MMIP13) van de Topsector Energie.

Dit programma richt zich op de onderstaande missie.

Missie: MMIP13 levert kennis en innovaties voor een efficiënte en maatschappelijk gedragen transitie van het huidige, grotendeels op fossiele brandstof gebaseerd energiesysteem, naar een hybride energiesysteem in 2030, een klimaatneutraal elektriciteitssysteem in 2035 en een volledig klimaatneutraal energiesysteem in 2050, op lokale, regionale, nationale en Noordwest-Europese schaal. Tijdens en na deze transitie dient de betrouwbaarheid, leveringszekerheid en veiligheid op het huidige niveau gehandhaafd te blijven. Bovendien dient de transitie breed gedragen te worden door de maatschappij, met oog voor kosten en ruimtelijke inpassing van energie-infrastructuur.

Missiebereik: MMIP 13 levert kennis en innovaties voor een efficiënte transitie naar de in de Missie genoemde doelen. Het programma is gericht op systeemvraagstukken verbonden aan een geïntegreerd energiesysteem. MMIP 13 adresseert deze systeemvraagstukken vanuit zowel economisch als sociaal-maatschappelijk, juridisch en technisch perspectief.

Het programma is opgedeeld in 5 deelprogramma's die elk vanuit een ander perspectief kijken naar het onderwerp systeemintegratie. Bij elk van deze deelprogramma's spelen zowel vraagstukken rond het ontwerp van het energiesysteem als rond het operationeel management van het energiesysteem. De indeling is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1 Deelprogramma's van het programma systeemintegratie

Binnen elk van deze deelprogramma's spelen een aantal onderwerpen. Deze worden beknopt weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Onderwerpen binnen de deelprogramma's

1. Sociaal deelsysteem	2. Technisch deelsysteem	3. Economisch deelsysteem	4. Ruimte en leefomgeving	5. Complexe besluitvorming
1.1. Inclusiviteit en energie-rechtvaardigheid 1.2. Emergent gedrag 1.3. Communicatie en participatie rond energietransitie en energie-technologie	2.1. Flexibiliteit 2.2. CO ₂ -vrij, dynamisch stabiel en robuust elektriciteitssysteem 2.3. Energy hubs 2.4. Smart multi-commodity energy systems 2.5. Slimme infrastructuur 2.6. Rol van nieuwe technologieën in het energiesysteem 2.7. Inpassing en systeemfunctie in het energiesysteem van heavy-duty laadinfrastructuur	3.1. Methodieken voor robuuste en adaptieve investeringsbeslissingen onder grote onzekerheid 3.2. Marktmechanismen en regulering 3.3. Collectieve en cross-sectorale verdienmodellen	4.1. Besluitvormingsproces integrale inrichting ruimte en leefomgeving, inclusief energie 4.2. Integrale inzichten voor inpassing in de ruimte en leefomgeving van het energiesysteem	5.1. Fundamentele keuzes ten aanzien van het energiesysteem 5.2. Semiautonome energiesystemen 5.3. Informatiebasis op orde 5.4. Systeemintegratie dashboard 5.5. Impact van internationale ontwikkelingen

Binnen de verschillende onderwerpen van het programma is er ook expliciet aandacht voor digitalisering, de human capital agenda, circulariteit en communicatie.

1. Inleiding

De energietransitie heeft grote invloed op vrijwel alle onderdelen van onze maatschappij: industrie, landbouw, mobiliteit, gebouwde omgeving en de energiesector. Deze invloed heeft niet alleen impact op de sectoren zelf, maar zorgt tevens voor een metamorfose van het energiesysteem. Van een centraal gestuurd systeem, gebaseerd op fossiele brandstoffen met gescheiden infrastructures voor elektriciteit, gas en transportbrandstoffen, naar een geïntegreerd duurzaam energiesysteem met centrale en gedistribueerde opwekvoorzieningen. Deze transformatie is niet alleen technisch van aard, maar is ook sociaal, economisch, juridisch van aard, met een directe verbinding met de kwaliteit van de leefomgeving. Om ervoor te zorgen dat het energiesysteem van de toekomst betrouwbaar, betaalbaar, veilig, rechtvaardig is en goed ruimtelijk ingepast, is een transitieproces nodig. De innovatieopgaven voor deze

stroomintegratie zijn van groot belang voor alle missies van het Klimaatakkoord. Het Meerjarig Missiegedreven InnovatieProgramma (MMIP) 13 heeft als doel de kennis en innovaties die voor deze transitie nodig zijn waar mogelijk te stimuleren en te initiëren.

Dit Programmaplan beschrijft de kennis- en innovatiethema's voor de periode 2024-2028.

Missie: MMIP13 levert kennis en innovaties voor een efficiënte en maatschappelijk gedragen transitie van het huidige, grotendeels op fossiele brandstof gebaseerd energiesysteem, naar een hybride energiesysteem in 2030, een klimaatneutraal elektriciteitssysteem in 2035 en een volledig klimaatneutraal energiesysteem in 2050, op lokale, regionale, nationale en Noordwest-Europese schaal. Tijdens en na deze transitie dient de betrouwbaarheid, leveringszekerheid en veiligheid op het huidige niveau gehandhaafd te blijven. Bovendien dient de transitie breed gedragen te worden door de maatschappij, met oog voor rechtvaardigheid, kosten en ruimtelijke inpassing in de leefomgeving.

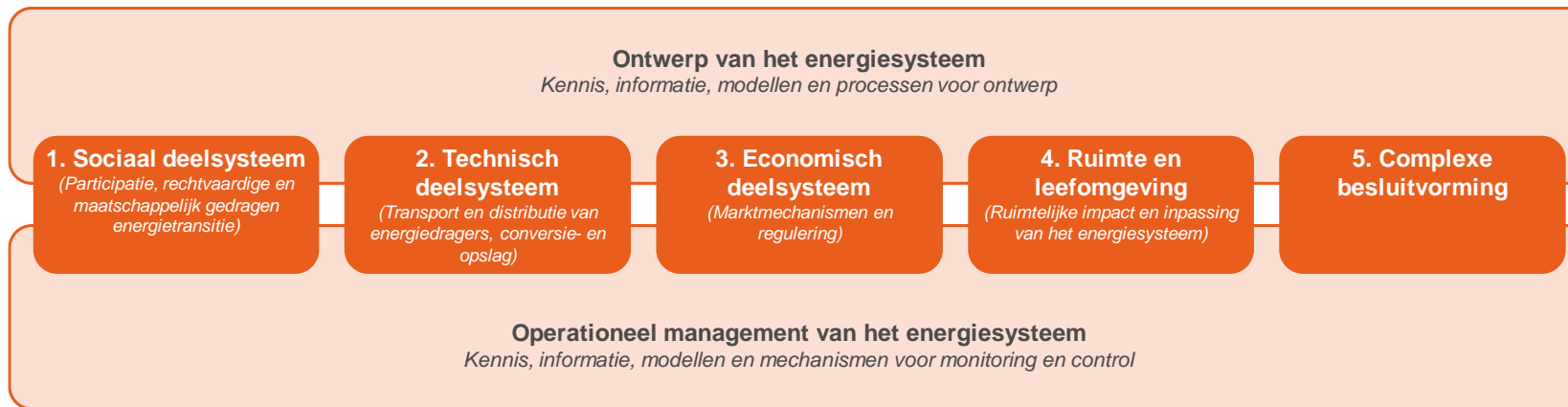
Missiebereik: MMIP 13 levert kennis en innovaties voor een efficiënte transitie naar de in de Missie genoemde doelen. Het programma is gericht op systeemvraagstukken verbonden aan een geïntegreerd energiesysteem. MMIP 13 adresseert deze systeemvraagstukken vanuit zowel economisch als sociaal-maatschappelijk, juridisch en technisch perspectief.

2. Het programma in vogelvlucht

In hoofdstuk twee zal uitvoerig ingegaan worden op de kennis en innovatievragen. Dit hoofdstuk geeft een beknopt overzicht van de deelprogramma's en innovatieonderwerpen. Daarnaast zal worden aangegeven welke prioriteiten deze onderwerpen, eind 2022, hebben.

2.1 Onderwerpen

In Figuur 2 wordt een overzicht gegeven van de deelprogramma's van het MMIP. Bij ieder deelprogramma spelen zowel ontwerp vragen als vragen ten aanzien van het operationeel managen van het energiesysteem een rol.




Figuur 2 Deelprogramma's van dit programma

Hieronder volgt een beknopte toelichting van de innovatieonderwerpen onder deze deelprogramma's.

Deelprogramma 1 - Sociaal deelsysteem		
Innovaties die leiden tot draagvlak en participatie van burgers, bedrijven, bestuurders en beleidsmakers voor de energietransitie en tot een rechtvaardig energiesysteem.		
Onderwerp		Beschrijving
1.1	Inclusiviteit en energierechtvaardigheid	Hoe kunnen bij de energietransitie alle relevante groepen in de samenleving worden betrokken en hoe komen we tot oplossingen die als rechtvaardig worden gezien?
1.2	Emergent gedrag	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?

1.3	Participatie en communicatie	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		
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.		
Onderwerp	Vraagstelling	
2.1	Flexibiliteit	Wat is de rol van energie-flexibiliteit in het energiesysteem en hoe zorgen we ervoor dat potentiële bronnen van flexibiliteit beschikbaar komen en dat deze zo optimaal mogelijk worden benut?
2.2	Robuust CO₂-vrij elektriciteitssysteem in 2035	Welke technische en niet-technische aanpassingen en innovaties zijn er nodig om in 2035 te komen tot een elektriciteitssysteem dat zowel CO ₂ -vrij is, als technisch en economisch robuust?
2.3	Energy Hubs	Hoe kick-starten we in Nederland een samenhangend en efficiënt stelsel van Energy Hubs vanuit een energetisch, klimaat, economisch maatschappelijk en ruimtelijke perspectief en lossen we kennis en innovatievragen die hierbij spelen op?
2.4	Smart Multi-Commodity Energy Systems (SMCES)	Hoe kunnen energiesystemen met meerdere energiedragers worden gebruikt en aangestuurd, zodat de mogelijkheden van (interacties tussen) verschillende energiedragers (zoals opslag en conversie) optimaal worden benut ten behoeve van het energiesysteem?
2.5	Slimme infrastructuur	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 waardoor netwerkcapaciteit beter wordt benut?
2.6	Rol van nieuwe technologieën in het energiesysteem	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 het energiesysteem?
2.7	Inpassing en systeemfunctie in het energiesysteem van heavy-duty laadinfrastructuur	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 gemanaged worden?



Deelprogramma 3 – Economisch deelsysteem

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.

Onderwerp	Vraagstelling
3.1 Methodieken voor robuuste en adaptieve investeringsbeslissingen onder grote onzekerheid	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.
3.2 Marktmechanismen en regulering	Welke marktmechanismen en regulering zijn er nodig rond verschillende, onderling afhankelijke, energiedragers en flexibiliteit? Dit om tot een sociaaleconomisch en rechtvaardige optimale marktinrichting te komen, waarbij prikkels gegeven worden aan marktpelers die leiden tot een voor het energiesysteem wenselijke situatie op verschillende tijdschalen en geografische schalen
3.3 Collectieve en cross-sectorale verdienmodellen	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

Innovaties die bijdragen aan het zorgvuldig ruimtelijk inpassen van het toekomstige energiesysteem, rekening houdend met andere ruimtelijke functies en de kwaliteit van de leefomgeving.

Onderwerp	Vraagstelling
4.1 Besluitvormingsproces integrale inrichting ruimte en leefomgeving, inclusief energie	Op welke wijze kan een gebiedsgerichte integrale ruimtelijke planvorming worden uitgevoerd, die rekening houdt met meerdere verschillende domeinen, schalen en stakeholders?
4.2 Integrale inzichten voor inpassing in de ruimte en leefomgeving van het energiesysteem	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

Innovaties die leiden tot beter inzicht en effectieve processen voor complexe besluitvorming t.a.v. het energiesysteem		
Onderwerp		Vraagstelling
5.1	Fundamentele keuzes ten aanzien van het energiesysteem	Welke fundamentele keuzes en leidende principes zijn nodig 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..
5.2	Semi-autonome energiesystemen	Wat zijn, gezien vanuit verschillende perspectieven (technisch, economisch, juridisch, sociaalmaatschappelijk), begrenzings van autonomie volgens een holarchisch systeemconcept geordend energiesysteem?
5.3	Informatiebasis op orde	Welke afspraken en standaarden over de betekenis van data, het genereren van informatie en voor analysegereedschappen zijn nodig voor het maken van uniforme transparante, op feiten gebaseerde beslissingen en afspraken bij integrale besluitvormingstrajecten?
5.4	Systeemintegratie dashboard	Hoe ontwikkelt zich het energiesysteem, wat zijn mogelijk ontwikkelpaden, wat zijn belangrijke KPI 's, wat is de huidige status enz. en hoe kan deze informatie in een overzichtelijk dashboard worden weergegeven?
5.5	Impact van internationale ontwikkelingen	Welke internationale ontwikkelingen, rond energievoorziening, geopolitiek, economische en sociaal maatschappelijke aspecten, kennisontwikkeling, exportkansen enz. op het gebied van systeemintegratie zijn belangrijk voor de transitie van het Nederlandse energiesysteem?

2.2 Prioritering

In de vorige paragraaf werd een overzicht gegeven van alle innovatieonderwerpen van het MMIP. Deze innovatieonderwerpen dekken samen volledig de geïdentificeerde innovatieopgaves rond systeemintegratie af. In samenspraak met het Missie-innovatieteam Systeemintegratie en het Topteam Energie zijn in 2022 een aantal onderwerpen uitgelicht. Deze zijn te vinden in Tabel .

Tabel 2 Uitgelichte onderwerpen in drie prioriteitsklassen. Donkerder (meer verzadigd) betekent hogere prioriteit. Dezelfde kleur betekent dezelfde prioriteit.

Prioritering van nieuwe onderwerpen		
Onderwerp		Belang en urgentie
2.1	Flexibiliteit	Flexibiliteit speelt een cruciale rol bij het op kortere en langere tijdschalen in balans houden van vraag en aanbod van energie en bij het verlagen van piekbelastingen, waardoor minder transportcapaciteit nodig is. Op dit moment bestaat er echter nog veel onduidelijkheid over de hoeveelheid (op het juiste moment en op de juiste plaats), de waarde en de technische en maatschappelijke haalbaarheid van het benutten van flexibiliteit.
2.2	CO₂-vrij, dynamisch, stabiel, adaptief en	Het kabinet heeft als klimaatdoel gesteld dat in 2030 70% van de opgewekt energie duurzame is. Dat doel is alleen haalbaar als de elektriciteitssector dan min of meer klimaatneutraal is. Dit is ook het uitgangspunt van de uitvoeringstafel Elektriciteit van het

	robuust elektriciteitssysteem	klimaatoverleg. Gegeven dit grote belang en de grote urgentie is het daarom essentieel om te onderzoeken hoe we deze snelle verduurzaming van de elektriciteitssector kunnen realiseren, terwijl het systeem dynamisch stabiel, adaptief en robuust blijft.
1.1	Inclusiviteit en energie-rechtvaardigheid	Inclusiviteit en rechtvaardigheid van de energietransitie en van het energiesysteem wordt breed beschouwd als zeer belangrijk. De manier waarop we komen tot een dergelijk inclusief en rechtvaardig energiesysteem is allerminst helder en kan middels verkenningen verder worden vormgegeven.
3.1	Methodieken voor robuuste en adaptieve investeringsbeslissingen onder grote onzekerheid	De energietransitie vergt grote, ingrijpende en langlopende investeringen van allerlei partijen. Er is op dit moment nog zeer veel onzekerheid over hoe het energiesysteem zich zal ontwikkelen. Dit zorgt voor aanzienlijke risico's op verkeerde investeringen, overinvesteringen en/of onderinvesteringen, met als gevolg uitgestelde investeringsbeslissingen, mogelijke vertraging van de energietransitie én veel hogere kosten.
5.4	Systeemintegratie dashboard	Systeemintegratie is een complex werkveld met vele actoren, een veelvoud van keuzes en zeer veel onderlinge afhankelijkheden. Om beleidsmakers en stakeholders van het energiesysteem inzicht te geven en actief mee te laten werken aan systeemintegratie is het cruciaal om systeemintegratie inzichtelijk te maken: welke belangrijke keuzes er zijn te maken en wanneer, hoe hangen deze keuzes samen, welke scenario's zijn mogelijk, welke consequenties hebben deze keuzes?
2.6	Rol van nieuwe technologieën in het energiesysteem	Het nieuwe energiesysteem zal op technologisch vlak enkele impactvolle veranderingen ondergaan. Een belangrijke ontwikkeling in dit verband is het besluit van de huidige regeringscoalitie om in Nederland extra kerncentrales te gaan bouwen. Een andere mogelijk ontwikkeling is een uitbreiding van energieopslag. Deze en ook andere veranderingen, kunnen grote consequenties hebben op het functioneren van het energiesysteem, zowel positief als negatief.

Naast deze nieuwe onderwerpen met hoge prioriteit zijn er een aantal onderwerpen die reeds lopen en (dus ook) hoge prioriteit hebben. In Tabel 3 zijn deze onderwerpen weergegeven, inclusief uitleg over de status en de beoogde invulling van het onderwerp. Deze onderwerpen lopen deels door na 2022.

Tabel 3 Onderwerpen met hoge prioriteit die reeds in ontwikkeling zijn.

Onderwerpen die in 2023 reeds in ontwikkeling zijn of afgerond zijn		
Onderwerp		Status voortgang
1.2	Emergent gedrag	Onderzoeksprogramma opgestart i.s.m. NWO.
2.3	Energy Hubs	Voorstudie is uitgevoerd. Klimaat/groefondsaanvraag in ontwikkeling.
2.5	Slimme infrastructuur	Inventarisatie in ontwikkeling. Op basis van resultaten volgt onderzoeksproject.

3.2	Marktmechanismen en regulering	NWA-call in de maak in samenwerking met NWO en EZK.
5.1	Fundamentele keuzes energiesysteem	Inventarisatie fundamentele keuzevragen loopt. Eventueel vervolg-uitwerking op basis van resultaten daarvan.
5.2	Semi-autonome energiesystemen	Project in uitvoering.
5.3	Informatiebasis op orde	Fase 2 project in uitvoering.
5.5	Impact van internationale ontwikkelingen	Samenwerking met de USA wordt in 2023 nader verkend.

3. Opzet programma

3.1 Innovatieopgave

De energietransitie heeft grote invloed op vrijwel alle onderdelen van onze maatschappij. Elke sector (industrie, landbouw, mobiliteit, gebouwde omgeving, energie) maakt daarvoor plannen en/of ontplooit initiatieven. Deze plannen en initiatieven kennen echter veel onzekerheden en zijn vaak ook afhankelijk van elkaar. Deze complexiteit krijgt nog een extra dimensie omdat er ook afhankelijkheden zijn tussen de verduurzamingsinitiatieven van verschillende sectoren. De energietransitie is bovendien niet alleen een technologisch vraagstuk, maar is ook sociaal, economisch, juridisch van aard, met een directe verbinding met de kwaliteit van de leefomgeving. Deze systeemproblematiek is daarom belangrijk voor de gehele samenleving, maar kent doch vaak geen eenduidige eigenaar. Het energiesysteem zal door de energietransitie de komende jaren fundamenteel veranderen. De belangrijkste veranderingen zijn:

- *Verskillende bronnen*: Het aanbod wordt steeds meer lokaal i.p.v. centraal en duurzaam i.p.v. fossiel. Het energiesysteem wordt gedistribueerd in plaats van centraal – productie vindt op veel meer plekken in het energiesysteem plaats.
- *Intermittency*: Productie zal grotendeels plaatsvinden met wind en zon. Deze productie is afhankelijk van de weersomstandigheden en laat zich niet regelen.
- *Variatie van en afhankelijkheden tussen energiedragers*: Door toenemende hybridisatie (gedurende de energietransitie, maar wellicht ook daarna), conversie en opslag worden systemen voor verschillende energiedragers geïntegreerd en dus afhankelijk van elkaar.
- *Veranderende vraag*: door verduurzaming in sectoren zoals de industrie, gebouwde omgeving enz. verandert de energievraag en wordt deze moeilijker voorspelbaar. Zo zal door elektrificatie de vraag naar duurzame elektriciteit fors groeien met toenemend piekverbruik.
- *Meer spelers*: Er komen veel meer spelers met invloed op het energiesysteem. Burgers en bedrijven zijn niet altijd alleen gebruikers, maar ook producenten van energie. Daarmee worden zij spelers met grotere invloed in het energiesysteem, die ook in staat zijn om flexibiliteit te leveren.
- *Autonome ontwikkeling van technologie*: Er komen meer slimme apparaten die invloed kunnen hebben op het energiesysteem maar die niet vanuit het oogpunt van een stabiel systeem zijn ontworpen en die bovendien niet zonder meer stuurbaar zijn.
- *Autonomie*: Burgers, communities en bedrijven hebben behoefte aan meer zeggenschap over hun eigen energievoorziening.
- *Leefomgeving*: De metamorfose van het energiesysteem heeft direct impact op de ruimtelijke inrichting en andere aspecten van de leefomgeving.
- *Geopolitieke verhoudingen*: Door het afbouwen van de productie van aardgas wordt Nederland afhankelijker van energieproductie in het buitenland.

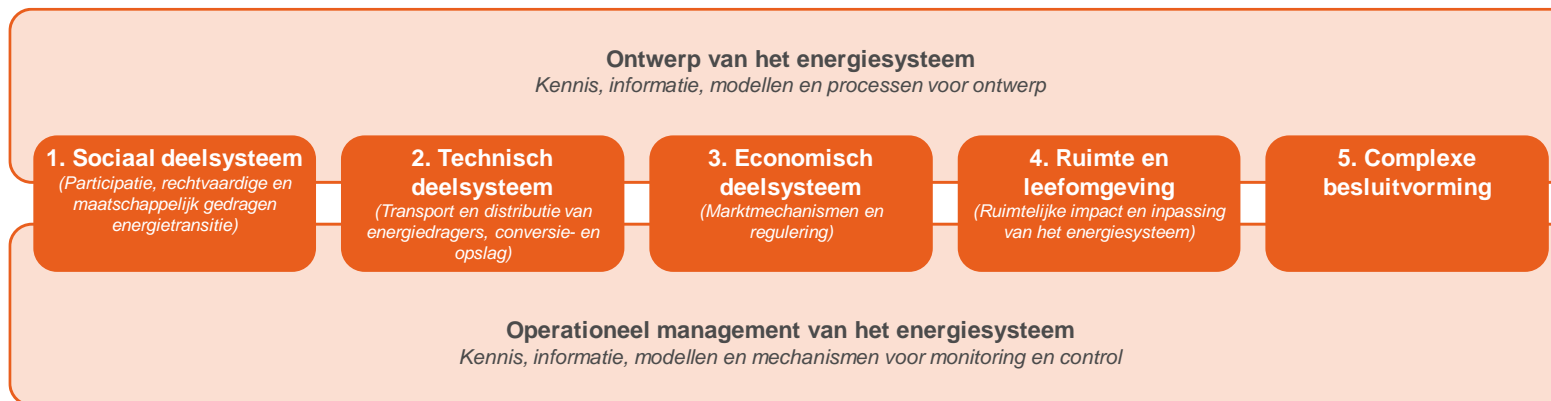
Het Meerjarig Missiegedreven InnovatieProgramma (MMIP) 13 ontwikkelt hiervoor kennis en innovaties.

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 ontwikkeling van infrastructuur van belang, maar ook de wijze van besluitvorming, besturingsconcepten, marktmechanismes, digitalisering,

businessmodellen en optimale betrokkenheid van burgers en bedrijven. De innovatieopgaven voor deze systeemintegratie zijn van groot belang voor alle missies van het Klimaatakkoord.

3.2 Structuur programma

Figuur 3 geeft een overzicht van de deelprogramma's van MMIP13.



Figuur 3 Thematische indeling van het programma systeemintegratie (MMIP13).

Het programma is opgedeeld in vier thematische deelprogramma's (deelprogramma's 1-4), die elk vanuit een ander perspectief naar systeemintegratie kijken. Daarnaast is er een thema-overkoepelend deelprogramma (deelprogramma 5) gericht op diverse aspecten verbonden aan regie en complexe besluitvorming. Het programma richt zich op zowel het ontwerp als management van het energiesysteem.

Deelprogramma 1 – Sociaal deelsysteem

De energietransitie kent vele actoren die direct of indirect betrokken zijn bij de ontwikkeling en het beheer van het energiesysteem. Het welslagen van de energietransitie is alleen mogelijk met brede steun en draagvlak uit de samenleving. Hierbij is het van groot belang dat de transitie transparant en rechtvaardig is.

Deelprogramma 2 – Technisch deelsysteem

De energietransitie heeft grote technische consequenties. In dit deelprogramma gaat het met name om de technische integratie binnen het energiesysteem. Daarbij wordt gekeken naar de technische aspecten en van de ketens voor opwek, transport, distributie, opslag/conversie en gebruik van verschillende vormen van energie (elektriciteit, methaan, waterstof en warmte). Daarbij speelt energie-flexibiliteit een essentiële rol om vraag en consumptie, aanbod en productie en beschikbare transportcapaciteit op elkaar af te stemmen

Deelprogramma 3 – Economisch deelsysteem

Vanuit economisch perspectief zijn er twee belangrijke aandachtspunten voor het energiesysteem, te weten marktmechanismen en (nieuwe) businessmodellen voor verschillende, soms nieuwe, partijen. Deze marktmechanismen en businessmodellen moeten samen zorgdragen voor de juiste incentives. Dit kan onder andere nieuwe regelgeving vergen die ruimte biedt aan nieuwe diensten.

Deelprogramma 4 – Ruimte en leefomgeving

Het nieuwe duurzame energiesysteem vraagt om een aanzienlijk groter ruimtebeslag en heeft meer en andere impact op de kwaliteit van de leefomgeving, dan het oude, op fossiele brandstoffen gebaseerde systeem. Dit betekent dat dit systeem zorgvuldig ruimtelijk moet worden ingepast, waarbij rekening wordt gehouden met andere ruimtelijke functies en de kwaliteit van de leefomgeving

Deelprogramma 5 – Complexe besluitvorming

Diverse systeemintegratievraagstukken hebben betrekking op verschillende aspecten verbonden aan regie en complexe besluitvorming. Het gaat hierbij veelal om een combinatie van aspecten van verschillende deelsystemen. Deze onderwerpen worden opgepakt in deelprogramma 5.

Zowel ontwerp als operationeel management van het energiesysteem

De lichtere blokken in Figuur 3 laten zien dat elk van de vijf deelprogramma's zich zowel richten op het *ontwerp* van het energiesysteem als het *operationeel management* van het energiesysteem.

Met het ontwerp van het energiesysteem worden alle keuzes bedoeld die belangrijk zijn voor de inrichting van het toekomstige energiesysteem.

Bijvoorbeeld: op welke plekken wordt productie van energie gepland, waar zijn Energy Hubs gewenst, wie betaalt er voor de verduurzaming van de industrie enz.?

Met het operationeel management van het energiesysteem worden alle mechanismen en andere voorzieningen bedoeld die nodig zijn om het energiesysteem in de transitieperiode en in de verdere toekomst het draaiende te houden. Bijvoorbeeld: regelmechanismen, monitoring, marktincentives enz.

4. Deelprogramma's

Onderstaande tabel geeft per deelprogramma een overzicht van de geïdentificeerde innovatieonderwerpen.

1. Sociaal deelsysteem	2. Technisch deelsysteem	3. Economisch deelsysteem	4. Ruimte en leefomgeving	5. Complexe besluitvorming
1.4. Inclusiviteit en energie-rechtvaardigheid 1.5. Emergent gedrag 1.6. Communicatie en participatie rond energietransitie en energie-technologie	2.1. Flexibiliteit 2.2. CO ₂ -vrij, dynamisch stabiel en robuust elektriciteitssysteem 2.3. Energy Hubs 2.4. Smart Multi-Commodity Energy systems 2.5. Slimme infrastructuur 2.6. Rol van nieuwe technologieën in het energiesysteem 2.7. Inpassing en systeemfunctie in het energiesysteem van heavy-duty laadinfrastructuur	3.1. Methodieken voor robuuste en adaptieve investeringsbeslissingen onder grote onzekerheid 3.2. Marktmechanismen en regulering 3.3. Collectieve en cross-sectorale verdienmodellen	4.1. Besluitvormingsproces integrale inrichting ruimte en leefomgeving, inclusief energie 4.2. Integrale inzichten voor inpassing in de ruimte en leefomgeving van het energiesysteem	5.1. Fundamentele keuzes ten aanzien van het energiesysteem 5.2. Semiautonome energiesystemen 5.3. Informatiebasis op orde 5.4. Systeemintegratie dashboard 5.5. Impact van internationale ontwikkelingen

Tabel 2 Onderwerpen binnen het programma systeemintegratie

4.1 Deelprogramma 1 – Sociaal deelsysteem

Participatie, rechtvaardige en maatschappelijk gedragen energietransitie

INNOVATIEOPGAVE

De energietransitie verandert fundamenteel het energiesysteem en heeft daarmee impact op vrijwel elke burger en bedrijf. Om de energietransitie, inclusief de metamorfose van het energiesysteem, te laten slagen is een groot maatschappelijk draagvlak noodzakelijk. Dit is in de eerste plaats nodig omdat de energietransitie vraagt om gedragsveranderingen, in de tweede plaats omdat de energietransitie direct of indirect invloed heeft op de (kwaliteit) van de leefomgeving en op persoonlijke omstandigheden, bijvoorbeeld investeringen in nieuwe energieapparatuur. Het creëren van draagvlak is niet eenvoudig. Veranderingen (in elk geval op korte termijn) zullen bijvoorbeeld niet voor iedereen in de samenleving positief zijn. Dit wordt verder gecompliceerd door ontwikkelingen in de samenleving, waarbij het vertrouwen in de overheid en gezag van wetenschappers en kennisinstututen fors is afgenomen. De centrale kennis- en innovatieopgave richt zich dan ook op factoren die bepalend zijn voor

het verkrijgen van draagvlak, rekening houdend met de vigerende en toekomstige complexe maatschappelijk, economische en politieke verhoudingen. Gezien deze ontwikkelingen en uitdagingen richt deelprogramma 1 zich op de volgende hoofdvragen:

- *Inclusiviteit en energierechtvaardigheid*. Hoe kunnen bij de energietransitie alle relevante groepen in de samenleving worden geactiveerd om actief bij te dragen en hoe komen we tot oplossingen die als rechtvaardig worden gezien? (onderwerp 1.1).
- *Emergent gedrag*. Hoe kan gedrag van groepen burgers en/of bedrijven worden voorspeld en hoe nauwkeurig is dit? Dit als belangrijke input voor het maken van beleid en het nemen van besluiten. (onderwerp 1.2).
- *Participatie en communicatie*. Op welke wijze kunnen wensen, ideeën en zorgen van burgers, bedrijven, bestuurders en beleidsmakers zichtbaar meegenomen worden in besluitvormingstrajecten, en hoe kan op een transparante en effectieve wijze hierover worden gecommuniceerd, zodat draagvlak toeneemt? (deelprogramma 1.3).

De onderwerpen rond deze hoofdvragen worden hieronder in meer detail toegelicht.

ONDERWERPEN DEELPROGRAMMA 1

ONDERWERP 1.1 INCLUSIVITEIT

Dit onderwerp is gericht op onderzoek naar en innovatie in de wijze waarop ‘inclusiviteit’ en ‘energierechtvaardigheid’ in de energietransitie kan worden bewerkstelligd. Het begrip energierechtvaardigheid omvat zowel financiële (inkomens) effecten, risico’s, toegang tot informatie en andere verdelingsaspecten: waar komen de lusten en de lasten van de energietransitie terecht? Een ander belangrijke invalshoek is de rechtvaardigheid van de inpassing van en toegang tot, infrastructuur, regelgeving, businessmodellen enz., bijvoorbeeld om te voorkomen dat energiearmoede kan ontstaan.

Kennisvragen zijn:

- Op welke wijze kan de actieve bijdrage van een breed scala aan burgers, bedrijven, bestuurders en beleidsmakers bij de energietransitie worden gemaximaliseerd?
- Wat zijn de verdelings- en rechtvaardigheidsaspecten van de energietransitie?
- Waar komen de lusten en de lasten van de energietransitie terecht?
- Met welke methoden kan een rechtvaardige energietransitie worden gerealiseerd?

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader geduid.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Sociaal	Ontwikkeling van methodes/aanpak waarmee betrokkenheid van burgers, bedrijven, beleidsmakers en bestuurders kan worden vergoed o.a. op basis van te identificeren verdeling rechtvaardigheidsaspecten en kennis van sociale aspecten.
Status	Nieuw	Was ook thema in MMIP agenda 2020, maar nog niet opgepakt.

Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Direct	Zie hoofdstuk 'bevordering draagvlak' in Klimaatakkoord en hoofdstuk 4.5 'Regie op ruimte voor het energiesysteem' van het Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat van juni 2022: 'Draagvlak en acceptatie kunnen gerealiseerd worden als besluitvorming transparant is en de lasten en lasten eerlijk verdeeld worden. De eerlijke verdeling van lasten en lasten moet breed geïnterpreteerd worden: niet alleen financieel maar ook sociaal'.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie vorige toelichting. Dit draagt direct en substantieel bij aan de missie en het doelbereik van MMIP13.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Sterk	De kennispositie in Nederland is goed tot zeer goed (o.a. UU, RUG, UL, RUN en TNO). Wel moet rekening worden gehouden met het feit dat de geschetste problematiek voor een belangrijk deel gekoppeld is aan nationale aspecten.
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Redelijk tot groot	Interesse bij bedrijven is vaak indirect. Zij zien dit met name als een thema waar het primaat ligt bij de overheid. Wel veel interesse bij netbeheerders, overheden en kennisinstellingen.
Verdienvermogen en exportkansen	Redelijk, moet in Nederland	De ontwikkelde kennis en innovatie binnen dit thema kan ook toegepast worden in het buitenland, met vergelijkbare omstandigheden en cultuur, bijvoorbeeld noordwest Europa. Er zijn geen directe effecten op het verdienvermogen van Nederland.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Dit onderwerp adresseert expliciet het woord "breed" in "brede welvaart". De maatregelen in het Klimaatakkoord raken aan hoe we wonen, werken en leven. Veel maatregelen in het Klimaatakkoord zullen gevolgen hebben voor burgers en bedrijven. Zonder maatschappelijk draagvlak zullen deze niet, of met veel maatschappelijke onrust, worden gerealiseerd.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Veel links	Links met alle missies en DST Maatschappelijk verantwoord innoveren.
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Zie "bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn".

ONDERWERP 1.2 EMERGENT GEDRAG

De energietransitie heeft impact op het gedrag van eindgebruikers (burgers, bedrijven). Omgekeerd is het succes van de energietransitie sterk afhankelijk van dit gedrag. Voor het ontwikkelen en uitvoeren van plannen voor verduurzaming, aanpassingen en uitbreidingen van het energiesysteem is het belangrijk zicht te hebben op met name het gedrag van grote groepen eindgebruikers en hun invloed op het energiesysteem en de energietransitie. We spreken hierbij van emergent gedrag: een grote verzameling

(“een zwerm”) van zeer diverse actoren, die deels onafhankelijk zijn en elkaar deels beïnvloeden en gezamenlijk zorgen voor een bepaald effect op systeemniveau. Wanneer dit gedrag adequaat kan worden voorspeld, wordt voorkomen dat plannen worden uitgevoerd die onvoldoende draagvlak hebben en wordt het mogelijk de energietransitie sneller, effectiever en met een breder maatschappelijk draagvlak uit te voeren.

Kennis- en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Hoe kan emergent gedrag voorspeld worden en met welke (on)zekerheid?
- Hoe kan de impact van dit emergent gedrag op het energiesysteem en de energietransitie worden bepaald?
- Welke interventies zijn mogelijk, wenselijk en acceptabel om emergent gedrag te beïnvloeden? Deze interventies kunnen variëren tussen subtiele beïnvloeding (“nudging”), psychologische benaderingen, sociale interventies, economische interventies en/of politieke interventies.

De beoogde impact binnen met dit onderwerp binnen MMIP13 is meer inzicht te krijgen in de emergent gedrag als gevolg van bijvoorbeeld beleidsbeslissingen en om concrete handvatten te krijgen om deze impact ten goede te sturen.

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader geduid.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (sociaal, technisch, economisch, juridisch, of ruimtelijk)	Sociaalmaatschappelijk, economisch	Maximalisering effectiviteit van klimaatbeleid en beleidsinstrumenten door inzicht in en beïnvloeding van de effecten van gedrag van grote groepen actoren in het energiesysteem.
Status	In opstart	Dit onderwerp is een van de speerpunten voor MMIP13 in 2022/2023. In 2022 is er een verkenning uitgevoerd naar de wetenschappelijke state-of-the-art van de modellering van emergent gedrag, welke mogelijkheden dit biedt voor bovenstaande kennisvragen en welke ontwikkeling nog nodig is. Mede op basis van deze input wordt dit onderwerp verder vormgegeven.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	Om de klimaatdoelstellingen te behalen zal er een veelheid van beleidsbeslissingen en beleidsmaatregelen genomen moeten worden. Het succes van dergelijk beleid hangt in sterke mate af van wat actoren in het energiesysteem daadwerkelijk gaan doen. Met de resultaten van dit onderwerp krijgen beleidsmaatregelen meer inzicht in de (daadwerkelijke) verwachte effecten van hun beleid en krijgen zij aanvullend handelingsperspectief om dit beleid te laten slagen.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie vorige toelichting. Dit draagt substantieel bij aan de missie en het doelbereik van MMIP13. Het adresseert een potentiële blinde vlek bij de uitvoering van de energietransitie.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Redelijk tot hoog	Internationale kennispositie rond onderzoek naar gedrag in het energiesysteem, naar adaptief gedrag in complexe systemen en emergent gedrag binnen organisaties is goed (TUD, RUG, Nyenrode, UU, TNO). Onderzoek naar emergent gedrag in het energiesysteem is daarbij nog relatief onderbelicht.

Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Redelijk tot groot	Dit onderwerp is vooral interessant voor beleidsmakers binnen de centrale en decentrale overheden.
Verdienvermogen en exportkansen	Redelijk, moet in Nederland	De ontwikkelde kennis en innovatie binnen dit thema kan ook toegepast worden in het buitenland, hoewel de situatie en het beleid per land kunnen verschillen. Het verdienvermogen en opschaling hiervan zijn twijfelachtig. Het belang van dit onderwerp zit dan ook vooral in de waarde voor beleidsmakers en niet zozeer in het verdienvermogen.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Met begrip van en invloed op emergent gedrag is de overheid beter in staat om maatschappelijk wenselijke impact te bereiken. Dit onderwerp adresseert expliciet het gedrag, het draagvlak en het bewustzijn van bedrijven en burgers.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Veel links	Dit onderwerp heeft een indirecte link met alle missies. Immers, in alle missies spelen belangrijke ontwikkelingen die impact hebben op actoren in het energiesysteem en die daarnaast keuzes en gedrag van bedrijven en burgers vergen.
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Zie "Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55". Het succes van klimaatbeleid hangt in sterke mate af van wat actoren in het energiesysteem daadwerkelijk gaan doen. Zonder de inzichten uit dit onderwerp bestaat de kans dat dit beleid niet tot de gewenste effecten leidt doordat gedrag en keuzes van individuele bedrijven en burgers niet de gewenste kant op gaan en/of doordat het beleid niet door hen gedragen wordt.

ONDERWERP 1.3 COMMUNICATIE EN PARTICIPATIE

Dit onderwerp is gericht op onderzoek en innovatie naar transparante vormen van besluitvorming en communicatie voor burgers, bedrijven, bestuurders en beleidsmakers bij zowel nationale politieke keuzes, keuzes op regionaal niveau, lokaal niveau en in relatie tot keuzes die raken aan het eigen bedrijf, huis en omgeving.

Kennis- en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Wat zijn succesvolle strategieën voor participatie in energietransitie-trajecten die gebruikt kunnen worden in de praktijk, zoals de implementatie van de RES-en en andere energieprojecten?
- Wat zijn nieuwe creatieve concepten en strategieën om de energietransitie te gebruiken voor het vergroten van saamhorigheid in de maatschappij, verbeteren van de kwaliteit van leven en de leefomgeving, nieuwe producten en diensten, enz.?
- Welke rol kunnen nieuwe vormen van zelforganisatie van burgers en ondernemers in de energietransitie spelen?
- Op welke wijze en met welke hulpmiddelen, is het mogelijk het brede publiek op een verbeeldende, transparante en toegankelijke wijze kennis te laten nemen van de vele facetten van de energietransitie?

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader geduid.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Sociaal	Ontwikkeling van transparante en effectieve informatie en besluitvormingsprocessen.
Status	Nieuw	Was ook thema in MMIP agenda 2020, maar nog niet opgepakt.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Direct	Zie hoofdstuk 'bevordering draagvlak' in Klimaatakkoord en hoofdstuk 4.5 'Regie op ruimte voor het energiesysteem' van het Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat van juni 2022: 'Draagvlak en acceptatie kunnen gerealiseerd worden als besluitvorming transparant is en de lasten en lasten eerlijk verdeeld worden. De eerlijke verdeling van lasten en lasten moet breed geïnterpreteerd worden: niet alleen financieel maar ook sociaal'.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie vorige toelichting. Dit draagt direct en substantieel bij aan de missie en het doelbereik van MMIP13
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Sterk	De kennispositie is in Nederland is goed tot zeer goed (o.a. UU, RUG, UL, RUN, TUD, TUE en TNO). Wel moet rekening worden gehouden met het feit dat de geschetste problematiek voor een belangrijk deel gekoppeld is aan nationale aspecten.
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Redelijk tot groot	Interesse bij bedrijven is vaak indirect. Zij zien dit met name als een thema waar het primaat ligt bij de overheid. Wel veel interesse bij netbeheerders, overheden en kennisinstellingen.
Verdienvermogen en exportkansen	Redelijk, moet in Nederland	De ontwikkelde kennis en innovatie binnen dit thema kan ook toegepast worden in het buitenland, met vergelijkbare omstandigheden en cultuur, bijvoorbeeld noordwest Europa. Er zijn geen directe effecten op het verdienvermogen van Nederland.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	De maatregelen in het Klimaatakkoord raken aan hoe we wonen, werken en leven. Veel maatregelen in het Klimaatakkoord zullen gevolgen hebben voor burgers en bedrijven. Zonder maatschappelijk draagvlak zullen deze niet of met veel maatschappelijke onrust gerealiseerd worden.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Veel links	Links met alle missies en DST Maatschappelijk verantwoord innoveren.

Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Zie "bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn".
---	--	--

4.2 Deelprogramma 2 – Technisch deelsysteem

Transport, distributie, conversie en opslag van energiedragers

INNOVATIEOPGAVE

Het energiesysteem is technisch ingrijpend aan het veranderen. Energieproductie wordt op een totaal andere manier ingevuld, is minder of niet vrij regelbaar en voor een belangrijk deel decentraal ingericht. De rol van elektriciteit neemt sterk toe en ook spelen nieuwe energiedragers een belangrijke rol, zoals waterstof en warmte. Daarnaast is conversie van energiedragers relevant. Op momenten van overschot of te kort is, al dan niet grootschalige, opslag van energie en demand-side en supply-side management nodig om vraag en aanbod van energie in balans te houden. Toenemende elektrificatie van mobiliteit, gebouwde omgeving en industrie zorgen voor meer piekbelastingen en een urgente vraag naar veel meer (capaciteit van) elektriciteitsinfrastructuur. In het nieuwe coalitieakkoord is er een klimaatdoel opgenomen van 70% reductie van CO₂-uitstoot in 2035. Dat doel is volgens de berekeningen alleen haalbaar als de elektriciteitssector op dat moment min of meer klimaatneutraal is. De veronderstelling daarbij is, dat er in deze sector reeds kosteneffectieve technieken beschikbaar zijn, terwijl andere sectoren (veel) meer tijd nodig hebben.

Gezien deze ontwikkelingen en uitdagingen richt deelprogramma 2 zich op de volgende hoofdvragen:

- *Flexibiliteit*: Wat is de rol van energie-flexibiliteit in het energiesysteem en hoe zorgen we ervoor dat de beschikbare flexibiliteit zoveel mogelijk en zo optimaal mogelijk wordt benut, terwijl het systeem betrouwbaar blijft? (Onderwerp 2.1)
- *Robuust CO₂-vrij elektriciteitssysteem in 2035*: Welke technische en niet-technische aanpassingen zijn er nodig om in 2035 te komen tot een elektriciteitssysteem dat zowel CO₂-vrij, als technisch en economisch robuust? (Onderwerp 2.2)
- *Slimme (samen)werking in het energiesysteem*: Hoe kunnen productie, consumptie, transport, opslag en conversie van verschillende energiedragers optimaal op elkaar afgestemd worden? (Onderwerpen 2.3, 2.4 en 2.5)
- *Inpassing van technologie*: Welke rol kunnen nieuwe technologische ontwikkelingen spelen in het energiesysteem en hoe kunnen deze ingepast worden? (Onderwerpen 2.6 en 2.7)

De onderwerpen rond deze hoofdvragen worden hieronder in meer detail toegelicht.

ONDERWERPEN DEELPROGRAMMA 2

ONDERWERP 2.1 FLEXIBILITEIT

Dit onderwerp is gericht op onderzoek en innovatie naar de rol en werking van energie-flexibiliteit in het energiesysteem. Kennis- en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Hoeveel flexibiliteit is er (potentieel) beschikbaar, zowel in vraag als in aanbod van energie, en uit welke bronnen? Er is reeds veel bekend over hoeveel flexibiliteit er technisch beschikbaar is uit de gebouwde omgeving en mobiliteit, maar vooral voor flexibiliteit uit de industrie ontbreekt dit beeld grotendeels. Hoe past deze flexibiliteit bij de karakteristieken van lokale en centrale opwekfaciliteiten? Daarnaast is er nog (te) weinig bekend over de bereidheid om dit technisch potentieel aan flexibiliteit beschikbaar te stellen.
- In hoeverre is beschikbare flexibiliteit op het juiste moment en op de juiste plaats beschikbaar om optimaal bij te dragen aan het energiesysteem?
- Wat is de waarde van deze flexibiliteit voor het energiesysteem? Deze waarde kan bijvoorbeeld zitten in het opvangen van pieken of dalen in de productie of consumptie of het verlagen van piekbelastingen waardoor minder netwerkcapaciteit nodig is.
- Hoe kunnen we ervoor zorgen dat deze waarde daadwerkelijk wordt gerealiseerd door de juiste incentives te geven aan partijen die flexibiliteit hebben of kunnen ontwikkelen? Oftewel: hoe zorgen we ervoor dat de maatschappelijke business case voor de inzet van flexibiliteit en de business cases voor de partijen die flexibiliteit kunnen of moeten leveren in elkaars verlengde liggen?
- Welke technische en sociale barrières moeten worden overwonnen om flexibiliteit te kunnen benutten?
- Hoe kunnen we ervoor zorgen dat beschikbare flexibiliteit daadwerkelijk (operationeel) wordt geactiveerd op het juiste moment en voor het juiste doel?

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader geduid.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, economisch, juridisch	Maximalisering inzet en waarde van flexibiliteit (o.a. kwantificering en waardering van flexibiliteit, vraagsturing, aanbodsturing, flexibiliteit van industrie, systeemmechanismen voor flexibiliteit).
Status	Nieuw	Dit onderwerp is als onderdeel van een tender in 2020 uitgevraagd, maar het winnende voorstel is destijds helaas niet doorgegaan vanwege mismatch tussen verwachte en gegunde subsidiepercentages. Het onderwerp blijft echter onverminderd relevant.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Direct/indirect	Flexibiliteit speelt een cruciale rol bij het klimaatneutraal maken van het elektriciteitssysteem. Het vergroot de leveringszekerheid door om te kunnen gaan met overschotten en tekorten van (grillige, niet-regelbare) duurzame productie van elektriciteit en het kan capaciteitsproblemen in de infrastructuur voorkomen of uitstellen. Daarmee is flexibiliteit essentieel bij het 100% klimaatneutraal maken van het elektriciteitssysteem dat weer (<i>de facto</i>) voorwaardelijk is voor het behalen van de overall doelstelling van 70% CO ₂ -reductie voor 2035 van het Coalitieakkoord. Daarnaast is het een kans om (de waarde van) flexibiliteit expliciet mee te nemen bij het maken van maatwerkafspraken met de industrie.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie vorige toelichting. Dit draagt direct en substantieel bij aan de missie en het doelbereik van MMIP13: “een klimaatneutraal elektriciteitssysteem in 2035”
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Hoog	Internationale kennispositie rond inzetten, potentiële waarde, kwantificering van en mechanismen voor flexibiliteit in de gebouwde omgeving is goed tot zeer goed (o.a. TU/e, TUD, UU, TNO,

		Hanzehogeschool Groningen). Inzet van flexibiliteit uit andere domeinen (bijv. industrie, zware mobiliteit) is daarbij nog relatief onderbelicht.
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Redelijk tot groot	Interesse vanuit netbeheerders, technologiepartijen, modelleurs, en kennisinstellingen is groot. Interesse vanuit industrie is redelijk.
Verdienvermogen en exportkansen	Redelijk, moet in Nederland	De ontwikkelde kennis en innovatie binnen dit thema kunnen ook toegepast worden in het buitenland, hoewel de situatie en mogelijkheden per land kunnen verschillen. De methodiek die ontwikkeld moet worden voor dit onderwerp zou als dienst of product vermarkt kunnen worden. Het absolute verdienvermogen en opschaling hiervan zijn twijfelachtig. De analyses, conclusies en acties die ondernomen moeten worden zijn specifiek voor het Nederlandse energiesysteem en zullen daarom in Nederland ontwikkeld moeten worden.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Maximalisering van inzet van flexibiliteit leidt tot hogere leveringszekerheid tegen lagere kosten. Vraagsturing leidt tot een actievare rol van gebruikers in het energiesysteem en daarmee tot bewustwording dat hun gedrag impact heeft.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Veel links	Link met: <ul style="list-style-type: none"> • Missie A/MMIP1: flexibele oplossingen • Missie B/MMIP5: flexibiliteit in de gebouwde omgeving • Missie C/MMIP8: elektrificatie van de industrie • Missie D+/flexibiliteit uit mobiliteit • Digitalisering: Oplossingen voor het operationeel ontsluiten van flexibiliteit
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Zie "Link met Coalitieakkoord en Fit For 55". Zonder (vergroten van) effectieve inzet van flexibiliteit kan de transitie naar een klimaatneutraal elektriciteitssysteem in feite niet slagen. Op zijn minst zou het leiden tot (veel) hogere kosten, langere doorlooptijd en een (veel) lagere leveringszekerheid.

ONDERWERP 2.2 CO₂-vrij, dynamisch stabiel en robuust elektriciteitssysteem in 2035

Dit onderwerp is gericht op de ontwikkeling van kennis en innovaties voor het elektriciteitssysteem. Door grote veranderingen zowel aan de productie en de gebruikerskant zal dit systeem ongekend grote veranderingen ondergaan, waarvan het nog onbekend is of het huidige systeem onder deze omstandigheden adequaat, veilig en betaalbaar blijft functioneren, zodat de huidige hoge graad van leveringszekerheid blijft bestaan. Kennis en innovatievragen hierbij zijn:

- Welke transitiepaden zijn mogelijk om te komen tot een adaptief CO₂ vrij elektriciteitssysteem in 2035?
- Welke technische en niet-technische aanpassingen en innovaties zijn hiervoor nodig bij welke partijen en hoe kunnen deze prikkels worden bewerkstelligd?

- Op welke wijze blijft het elektriciteitssysteem robuust en veilig onder grote wisselende dynamische belastingen?
- Op welke wijze is het mogelijk nieuwe concepten, aanpassingen en uitbreidingen van het elektriciteitssysteem levenscecht te toetsen op impact en haalbaarheid (faciliteit voor integrale nationale digital twin)?
- Hoe zorgen we voor adequate cybersecurity?

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, economisch	Door de energietransitie wordt het belang van groene elektriciteit aanzienlijk groter. Door intermitterende duurzame bronnen en grote veranderingen in gebruik, maar ook door toenemende digitalisering, met bijbehorende security risico's wordt het energiesysteem echter kwetsbaar. Dit onderwerp heeft als doel het elektriciteitssysteem betrouwbaar, veilig en betaalbaar te houden.
Status	Nieuw	Dit onderwerp was reeds onderdeel van de agenda 2022. Door hoge investering (nog) niet opgepakt. Het onderwerp blijft echter onverminderd zeer belangrijk.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Direct	Er is een directe link met alle missie van het Klimaatakkoord.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie vorige toelichting. Dit draagt direct en substantieel bij aan de missie en het doelbereik van MMIP13: "een klimaatneutraal elektriciteitssysteem in 2035".
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Hoog	Internationale kennispositie rond elektriciteitssysteem is goed tot zeer goed (o.a. TUD, TUE, TenneT en DSO's).
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Redelijk tot groot	Interesse vanuit netbeheerders, technologiepartijen, modellers en kennisinstellingen is groot. Interesse vanuit industrie, gebouwde omgeving en mobiliteit is redelijk.
Verdienvermogen en exportkansen	Redelijk, moet in Nederland	De ontwikkelde kennis en innovatie binnen dit thema kan ook toegepast worden in het buitenland, hoewel de situatie en mogelijkheden per land kunnen verschillen. Het absolute verdienvermogen en opschaling hiervan is echter beperkt.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Een knelpuntenvrij elektriciteitssysteem is, nog afgezien van het groeipotentieel voor de duurzame energiesector zelf, voorwaardelijk voor de groei van het verdienvermogen in nagenoeg <i>elke</i> sector.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten,	Veel links	Link met alle missies en met het programma Digitalisering.

internationale programma's, regionale programma's)		
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Dan nemen risico 's op black-outs, niet zinvolle investeringen, haperende leveringszekerheid fors toe. Zie ook "bijdrage brede welvaart".

ONDERWERP 2.3 Energy Hubs

Een Energy Hub is een lokaal knooppunt in een geïntegreerd energiesysteem, waar het aanbod van een of meer energiedragers efficiënt, na een of meer conversie- en/of opslagstappen, wordt afgestemd op de vraag naar energie. Een Energy Hub heeft ook een bepaalde vorm van intelligentie. Deze zorgt ervoor dat een Energy Hub efficiënt op de gewenste wijze kan functioneren. Dit onderwerp richt zich op het kick starten van de ontwikkeling Energy Hubs en het oplossen van kennis en innovatievragen die hiermee verbonden zijn. Kennis- en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Hoe ziet in Nederland een samenhangend, efficiënt en breed gedragen stelsel van Energy Hubs eruit, gezien vanuit een energetisch, klimaat, economisch maatschappelijk en ruimtelijke perspectief en wat zijn eventuele ontwikkelingsbelemmeringen?
- Welke informatie en analyses zijn nodig om een streefbeeld samen te stellen voor Energy Hubs op nationale én provinciale schaal, waarbij rekening wordt gehouden met: efficiëntie, veiligheid, robuustheidseisen aan het integrale energiesysteem, leveringszekerheid, maatschappelijke kosten-baten, economische aspecten en ruimtelijke factoren?
- Hoe kunnen op een generieke, transparante en eenduidige wijze maatschappelijke kosten en baten van Energy Hubs in Nederland en van een individuele Energy Hub worden bepaald? Wat zijn mogelijk businessmodellen, en wat is het verdienvermogen voor Nederland vanuit een 'theory of change' gedachte.
- Hoe realiseren we pilots en demo projecten, die de uitrol van Energy Hubs versnellen?

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, economisch, juridisch	De ontwikkeling van een samenhangend en adaptief netwerk van Energy Hubs die op een slimme wijze zoveel mogelijk lokaal opgewekte energie ook lokaal gebruiken, maakt het integrale energiesysteem robuust, efficiënt en betaalbaar.
Status	Bestaand	Dit onderwerp was reeds onderdeel van de agenda 2022. Uitwerking in een Nationaal Groeifondsvoorstel is in 2022 gestart.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	Dit onderwerp draagt bij aan de in het Klimaatakkoord vastgelegde eisen aan het energiesysteem en is een belangrijke potentiële oplossing voor de congestie problematiek. Energy Hubs zijn onderdeel van verschillende provinciale en gemeentelijk verduurzamingsplannen en hebben invloed op lokale economische ontwikkelingen.

Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie vorige toelichtingen.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Redelijk/groot	Internationale kennispositie is redelijk tot goed (o.a. TUD, TUE, DSO 's en verschillende private partijen). Kerncompetentie zit in het integreren van kennis en het ontwikkelen van intelligente managementsystemen.
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Redelijk tot groot	Interesse vanuit provincies, gemeentes, energie communities, netbeheerders, technologiepartijen en serviceproviders.
Verdienvermogen en exportkansen	Redelijk tot groot	De ontwikkelde kennis en innovatie binnen dit thema zorgt voor nieuwe groene marktkansen in Nederland en daarbuiten.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Energy Hubs zijn efficiënte oplossingen voor congestieproblemen, stimuleren lokale economische bedrijvigheid, en verkleinen investeringen in een kostbare en langdurige verzwaring van infrastructuur.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Veel links	Link met alle missies en met het programma Digitalisering.
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Dan ontstaan er talloze problemen door congestie, kunnen huishoudens en bedrijven jarenlang niet worden aangesloten op het netwerk, zijn zeer hoge en langdurige versterkingsoperaties nodig en komen nieuwe economische ontwikkeling niet of met forse vertragingen tot stand.

ONDERWERP 2.4 SMART MULTI-COMMODITY ENERGY SYSTEMS (SMCES)

In het toekomstige duurzame energiesysteem zijn infrastructuren van verschillende energiedragers geïntegreerd en dus afhankelijk van elkaar. Dit in combinatie met weersafhankelijkheid van het systeem en een sterk, slecht te voorspellen, variërende vraag naar energie, leidt tot nieuwe uitdagingen rondom het operationeel regelen van het energiesysteem. Hoe zorgen we ervoor dat het energiesysteem op een gecontroleerde manier up-and-running gehouden kan worden en dat dit leidt tot een robuust, betrouwbaar, veilig, betaalbaar en rechtvaardig systeem? Dit kan met een smart multi-commodity energy system (SMCES), waarbij op een slimme wijze optimaal gebruik gemaakt wordt van de mogelijkheid om verschillende energiedragers met elkaar te laten interacteren. Hierbij is digitalisering, meer in het bijzonder AI en/of nieuw te ontwikkelen algoritmen van groot belang. In een SMCES wordt optimaal omgegaan met beschikbare assets en infrastructuur. Daardoor is het te verwachten dat in een SMCES verzwaringen van infrastructuur beperkt kunnen blijven. Net als bij Energy Hubs (2.3) gaat het hier dus over de "verknoping" van energiedragers, maar terwijl bij het onderwerp Energy Hubs om het ontwerp-vraagstuk (waar zijn welke energy hubs wenselijk en hoe realiseren we die>) gaat het bij onderwerp 2.4 over de vraag hoe verschillende energiedragers slim operationeel aangestuurd kunnen worden. Deze vraag kan overigens ook relevant zijn buiten energy hubs.

Kennis- en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Welke mogelijkheden zijn er om de operationele aansturing van een smart multi-commodity energy system te verbeteren door gebruik te maken van digitale technieken en concepten?
- Wat vergeet dit van de verschillende actoren binnen zo'n SMCES?

- Wat zijn door haalbare voordelen (of nadelen) van een SMCES?

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader geduid.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, economisch	Binnen dit onderwerp worden vernieuwende slimme aansturingssystemen voor een SMCES ontworpen, ontwikkeld en experimenteel getoetst die aantoonbaar de robuuste en efficiënte operationele werking van smart multi-commodity energy systems (SMCES) waarborgen of verbeteren.
Status	Lopend	Dit onderwerp is als onderdeel van een tender in 2021 uitgevraagd. Het winnende consortium begint in september 2022 met de uitvoering. Op basis van de uitkomsten van dit project wordt bepaald welke activiteiten vanuit MMIP13 aanvullend nog moeten worden geïnitieerd.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	Het is nodig dat het energiesysteem efficiënt, betrouwbaar en effectief kan blijven draaien met nieuwe energiebronnen, verschillende energiedragers met een nieuwe dynamiek en onderlinge afhankelijkheid. Daarmee is dit onderwerp randvoorwaardelijk voor de energietransitie. Concreet kan het opereren in een SMCES bijdrage aan de snelle verduurzaming van het elektriciteitssysteem, door uitdagingen aldaar mede worden opgelost door de mogelijkheden van andere energiedragers te benutten.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie ook vorige toelichting. Dit onderwerp draagt direct bij aan de ontwikkeling van het hybride energiesysteem in 2035, maar levert ook een belangrijke bijdrage aan het volledige CO ₂ -vrije energiesysteem in 2050.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Hoog	Internationale kennispositie op belangrijke onderdelen van dit onderwerp is hoog. Er is veel kennis bij verschillende kennisinstellingen over het slim regelen van systemen met een enkele energiedrager (TU/e, TUD, UU, HAN, Hanzehogeschool, TNO).
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Redelijk tot groot	Interesse vanuit netbeheerders, technologiepartijen, IT-partijen, en kennisinstellingen is groot. Interesse vanuit industrie is redelijk.
Verdienvermogen en exportkansen	Redelijk, moet in Nederland	De ontwikkelde kennis en innovatie binnen dit thema kan ook toegepast worden in het buitenland, hoewel de situatie en mogelijkheden per land kunnen verschillen. De methodiek die ontwikkeld moet worden voor dit onderwerp zou als dienst of product vermarkt kunnen worden. De analyses, conclusies en acties die ondernomen moeten worden zijn deels specifiek voor het Nederlandse energiesysteem en zullen daarom in Nederland ontwikkeld moeten worden.

Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	SMECS leiden tot hogere leveringszekerheid tegen lagere kosten. Daarbij wordt een actieve rol verwacht van (groot)verbruikers en (groot)producenten.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Veel links	Link met: <ul style="list-style-type: none"> • Missie A/MMIP1: productie elektriciteit en mogelijk koppeling met waterstof • Missie B/MMIP5: vraagsturing in de gebouwde omgeving • Missie C/MMIP8: systeemkoppeling industrie • Nieuw gas: koppeling waterstof en elektriciteit • Digitalisering: Digitale oplossingen voor analyses en stuurmechanismen
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Zonder slimme inrichting van multi-commodity energy systems zal de leveringszekerheid lager zijn en/of de kosten hoger.

ONDERWERP 2.5 SLIMME INFRASTRUCTUUR

De kwaliteit en robuustheid van de huidige energie-infrastructureur in Nederland is zeer hoog. Dit past bij de eisen die gesteld worden aan vitale infrastructureur. Om aan dit hoge kwaliteitsniveau te blijven voldoen zal er gedurende de energietransitie zowel landelijk als regionaal veel nieuwe infrastructureur aangelegd moeten worden of moeten worden verzwared. Dit is een zeer grote opgave die gepaard gaat met hoge investeringen. Los van deze hoge kosten is het op dit moment zo dat het een uitdaging is om snel genoeg infrastructureur bij te bouwen of te verzwaren. Dit komt deels door de enorme hoeveelheid werk die met de huidige arbeidscapaciteit niet bijgebeend kan worden, deels door regelgeving die (om begrijpelijke redenen) strenge eisen stelt aan de inrichting van infrastructureur en deels door (eveneens begrijpelijke) vergunningenprocedures die voor vertraging zorgen. Het is de verwachting dat deze uitdaging de komende jaren blijft bestaan of zelfs zwaarder wordt. Dit zorgt voor het risico dat de energietransitie vertraagd wordt, bijvoorbeeld doordat nieuwe hernieuwbare energiebronnen of duurzame assets niet ontsloten kunnen worden.

Dit onderwerp heeft als doel om mogelijkheden te vinden en ontwikkelen om deze uitdaging te verlichten door infrastructureur effectiever in te zetten waardoor de verzwaringslast minder groot wordt en bovendien de benodigde investeringen worden verminderd. Hiertoe wordt gekeken naar manieren om infrastructureur meer op maat en slimmer te maken om in te spelen op de specifieke situaties. Hierbij gaat het om combinaties van:

- Slim ontwerp – Ontwerp van infrastructureur waarbij piekbelastingen worden beperkt, waardoor minder capaciteit nodig is. Bijvoorbeeld mogelijkheden om gedrag van “belastere” (productie/consumptie) in het ontwerp te combineren zodat pieken in productie in consumptie samenvallen of door producenten te combineren die zelden of nooit tegelijk pieken.
- Slim operationeel sturen - Inzet van sensoriek, data, algoritmes en control, bijvoorbeeld door mogelijke problemen in de infrastructureur snel te detecteren en proactief in te grijpen, of door de benutting van de infrastructureur te optimaliseren. Dat laatste vergt uiteraard samenwerking met de

belasters. Hierbij is het bijvoorbeeld denkbaar dat belasters met hoge eisen ten aanzien van leveringszekerheid voorrang krijgen op belasters die lagere eisen heeft (uiteraard dan ook met hogere netwerktarieven). Een dergelijke aanpak vereist ‘situational awareness’ en slimme regelalgoritmen.

De opgave is aldus op zoek te gaan naar slim ontwerp en gebruik waarbij “minder” infrastructuur nodig is, waarbij nog steeds zoveel mogelijk (maar niet per se volledig) voldaan wordt aan alle eisen vanuit de verschillende aangesloten en waarbij voldaan blijft worden aan de bestaande regelgevingsprincipes. Kennis- en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Welke oplossingen zijn er voor (combinaties van) slim ontwerp en slimme regeling van energie infrastructuur die leiden tot lagere investeringen met (voor aangesloten) adequate leveringszekerheid?
- Welke data (‘situational awareness’), welke slimme algoritmen en welke digitalisering is hierbij nodig?
- Hoe kan de benodigde data efficiënt verkregen worden? Een voor de hand liggende oplossing voor bovenstaand probleem, is het aanbrengen van een uitgebreid sensornetwerk, verbonden of geïntegreerd met het huidige energiesysteem. Dit is echter een tijdrovende en zeer kostbare aangelegenheid. Daarom zal ook naar big data en AI-oplossingen gekeken worden om het aantal benodigde sensoren sterk te verminderen.
- Een aanvullende vraag is hoe benodigde, maar privacy en bedrijfsgevoelige data van de verschillende partijen op een acceptabele manier gedeeld kunnen worden?

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader geduid.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, economisch, juridisch	Efficiënte en effectieve benutting van energie infrastructuur door slim ontwerp en operationeel management.
Status	In opstart	Dit onderwerp is een van de speerpunten voor MMIP13 in 2022/2023. In 2022 wordt er in samenwerking met TSE Digitalisering een verkenning uitgevoerd naar mogelijke slimme oplossingen en welke innovatie nodig is om deze verder te ontwikkelen. Op basis van deze analyse wordt de precieze invulling van dit onderwerp binnen MMIP13 verder vormgegeven, waarbij het de planning is om in 2023 een innovatieproject op te starten.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	De verduurzaming van het energiesysteem en de bijbehorende elektrificatie en hogere piekvermogens vergt een enorme uitbreiding van het elektriciteitssysteem. Om te zorgen dat deze uitbreiding voldoende is om de behoefte aan capaciteit bij te benen is het nodig om slimmer om te gaan met bestaande infrastructuur en slimmere keuzes te maken bij de aanleg van nieuwe infrastructuur om zo de schaarse arbeidscapaciteit zo effectief nodig te benutten. Dit is randvoorwaardelijk voor het halen van de klimaatdoelen.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie ook vorige toelichting.

Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Redelijk	Internationale kennispositie voor dit onderwerp is redelijk. Er is veel kennis bij verschillende kennisinstellingen over het slim regelen en over slimme systemen (TU/e, TUD, UU, HAN, Hanzehogeschool, TNO). Rond slimmer ontwerp van het energiesysteem leven allerlei ideeën. De kennispositie versterken betekent dat bestaande kennis moet worden toegepast en uitbouwdvoor toepassing voor dit onderwerp.
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Redelijk tot groot	Interesse vanuit netbeheerders, partijen die slimme digitale oplossingen ontwikkelen, partijen die slimme diensten commercieel aanbieden, leveranciers en grootgebruikers en kennisinstellingen is redelijk tot groot aangezien dit onderwerp een belangrijke uitdaging adresseert die hen raakt en voor sommige partijen nieuwe kansen biedt.
Verdienvermogen en exportkansen	Goed, moet in Nederland	De ontwikkelde kennis en innovatie binnen dit thema kan ook uitstekend toegepast worden in het buitenland, hoewel de situatie en mogelijkheden per land kunnen verschillen. Resultaten voor dit onderwerp zouden als dienst of product vermarkt kunnen worden. Het absolute verdienvermogen is aanwezig, al zal dit waarschijnlijk vooral bestaan uit specifieke algoritmen of monitoring en control oplossingen voor het slimmer aansturen van het net. De analyses, conclusies en acties die ondernomen moeten worden zijn deels specifiek voor het Nederlandse energiesysteem en zullen daarom in Nederland ontwikkeld moeten worden.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Dit onderwerp vereist een actieve rol van (groot)verbruikers en (groot)producenten. Zij zullen hun bijdrage moeten leveren om infrastructuur beter te benutten. De veronderstelling daarnaast is dat dit onderwerp leidt tot lagere investeringen in de komende jaren.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Veel links	Link met: <ul style="list-style-type: none"> • Missie A/MMIP1: productie elektriciteit en ontsluiting daarvan • Missie B/MMIP5: elektrificatie van de gebouwde omgeving en impact daarvan op distributienetten • Missie C/MMIP8: systeemkoppeling industrie • Digitalisering: Digitale oplossingen voor monitoring, analyses en stuurmechanismen.
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Aanleg en verzwaring van elektriciteitsinfrastructuur is een groeiende remmende factor voor de verduurzaming van de Nederlandse energieproductie. De vereiste investeringen zijn daarbij enorm. Zonder de resultaten uit dit onderwerp wordt de energietransitie vertraagd en zijn de vereiste investeringen hoger dan nodig.

ONDERWERP 2.6 Rol van nieuwe technologieën in het energiesysteem

Het nieuwe energiesysteem zal op technologisch vlak enkele impactvolle veranderingen ondergaan. Een belangrijke ontwikkeling in dit verband is het besluit van de huidige regeringscoalitie om in Nederland twee extra kerncentrales te gaan bouwen. Een andere mogelijk ontwikkeling is een uitbreiding van energieopslag faciliteiten. Deze veranderingen hebben verschillende systeemconsequenties. Dit zijn dus consequenties van technische, economische en/of sociale aard, inclusief effecten op de leefomgeving. Kennis- en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Wat is de systeemfunctie van kernenergie binnen het energiesysteem en in combinatie met thema's zoals economie, omgeving enz.? Welke voordelen heeft dit ten opzichte van andere invullingen van systeemfuncties? Waar en hoe kan kernenergie het best ingepast worden in het Nederlandse energiesysteem?
- Hoe kan kernenergie in Nederland bijdragen aan de productie van CO₂-vrije waterstof, dat internationaal kan concurreren?
- Hoe kan het kennis en innovatie ecosysteem rond kernenergie worden gestimuleerd en verbreed?
- Hoe kan het energiesysteem efficiënter en betrouwbaarder gaan functioneren door de inzet van verschillende energieopslag faciliteiten? Wat zijn de voor- en nadelen van verschillende technieken, welke businessmodellen passen hierbij en welke strategie en regelgeving hoort hierbij?
- Wat zijn de mogelijkheden voor DC systemen?
- Wat zijn de mogelijkheden voor hoge temperatuur opslag?
- Hoe zorgen we voor een optimale integratie van het Noordzee-energiesysteem met het achterland?

Welke rol kunnen (productie van) waterstof, bio- en e-fuels voor heavy-duty transport, en platformmoleculen spelen als bufferfunctie voor het energiesysteem?

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader geduid.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, economisch, juridisch	De impact en consequenties van (veranderende) inzet van verschillende technologieën op het energiesysteem.
Status	Nieuw/bestaand	De inzet van kernenergie is een nieuw thema. De inzet van grootschalige energieopslag was onderdeel van de 2020 versie van het MMIP.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	De huidige regering heeft als ambitie twee nieuwe kerncentrales te bouwen (zie Coalitieakkoord).
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie ook vorige toelichting.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Zeer klein	De Nederlandse kennispositie wat betreft kernenergie is zeer klein. M.u.v. ondergrondse gasopslag is kennis van energieopslag in Nederland beperkt.

Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Redelijk tot groot	Interesse vanuit potentiële bouwers van kerncentrales en de (kleine) nucleaire sector (Nucleair Nederland). Daarnaast belangstelling bij netbeheerders en (sommige) energiebedrijven.
Verdienvermogen en exportkansen	Nihil	Zie vorige vraag.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Klein	Kernenergie maakt de energiemix breder. Kernenergie is maatschappelijk echter omstreden. Zowel kernenergie als opslag van energie kunnen het energiesysteem robuuster maken en kunnen op deze wijze een indirecte positieve impact op welvaart hebben.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Veel links	Link met: <ul style="list-style-type: none"> • Missie A/MMIP1: productie elektriciteit en ontsluiting daarvan • Missie C/MMIP8: systeemkoppeling industrie • Waterstof programma
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Zonder kernenergie en grootschalige opslag is het energiesysteem minder flexibel.

ONDERWERP 2.7 Inpassing en systeemfunctie in het energiesysteem van heavy-duty laadinfrastructuur

De energietransitie verduurzaamt ook het transport en mobiliteitssysteem. Voertuigen zullen worden voorzien van een duurzame aandrijving. Elektriciteit, naast duurzame brandstoffen (waterstof enz.) voor sommige zwaardere vormen van transport, zal hierbij de dominantste energiedrager worden. Hiervoor is een netwerk voor laadfaciliteiten nodig. Voor personenvervoer is deze ontwikkeling al in ver gevorderd stadium. Een soortgelijke situatie zal ontstaan bij vrachtvervoer ('Heavy Duty' (HD)). Er is nog geen laadnetwerk. Deze bevindt zich nog in een ontwerpfase. Een belangrijk doel is om in 2030 zeven HD-laadstations in Nederland te realiseren op de kerncorridors van het Trans-European Transport Network (TEN-T) en een veel groter aantal HD-laadpleinen op logistieke knooppunten en bedrijventerreinen. Door de vraag naar grote vermogens over relatief korte termijnen heeft deze HD-laadinfrastructuur een grote impact op het energiesysteem. Dit vraagt om slimme geïntegreerde oplossingen. Kennis- en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Hoe kunnen we er voor zorgen dat voldoende HD-laadinfrastructuur tijdig in het net ingepast kan worden?
- Wat is de potentie van HD-laadinfrastructuur voor het leveren van flexibiliteit?
- Hoe ziet een schaalbaar en robuuste architectuur voor HD-laadinfrastructuur er uit, en welke rol speelt het concept van de Energy Hub hierbij?
- Hoe functioneert een intelligent energie management systeem voor HD-laadinfrastructuur?

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader gedefinieerd.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, economisch	Een betrouwbare, betaalbare en efficiënte integratie van HD-laadinfrastructuur in het energiesysteem.
Status	Bestaand	Dit onderwerp was onderdeel van de 2020 versie van het MMIP. Eerste project start Q4 2022.

Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Direct	Directe link met Missie D +, beleid m.b.t. ZE-zones voor stadlogistiek en Europees beleid (Fit for 55)
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie ook vorige toelichting.
Internationale kennispositie Nederland (sterkste Nederlands innovatie-ecosysteem)	Groot	De Nederlandse kennispositie is groot tot zeer groot. Nederlandse technologie vormt de basis voor laadinfrastructuur in Europa en daarbuiten.
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Groot	Interesse vanuit transportsector, laadinfra bedrijven, intermediairs, netwerkbedrijven enz.
Verdienvermogen en exportkansen	Nihil	Zie vraag kennispositie.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Klein	Onderwerp draagt bij aan een koolstofarme transportsector.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Veel links	Link met: <ul style="list-style-type: none"> • Missie A/MMIP1: productie elektriciteit en ontsluiting daarvan • Missie D • Waterstof programma
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Laadinfrastructuur is noodzakelijk voor duurzaam transport. Integratie maakt energiesysteem robuuster en goedkoper.

4.3 Deelprogramma 3 – Economisch deelsysteem

Marktmechanismen en regulering

INNOVATIEOPGAVE

Deelprogramma 3 richt zich op de economische aspecten van het energiesysteem. De energietransitie heeft impact op het economische deelsysteem zoals deze vandaag functioneert. Om het energiesysteem robuust en betaalbaar te houden zijn nieuwe marktincentives nodig. Daarnaast zullen verschillende partijen (forse) investeringen moeten doen om te verduurzamen terwijl er nog veel onzeker is of deze investeringen zullen worden terugverdiend. Kosten en baten komen bovendien niet altijd op dezelfde plek terecht. Daarnaast zal het nieuwe energiesysteem een andere dynamiek krijgen, met ander gedrag van stakeholders, grilliger verloop van vraag en aanbod en meer afhankelijkheid tussen verschillende energiedragers.

Gezien deze ontwikkelingen en uitdagingen richt deelprogramma 3 zich op de volgende hoofdvragen:

- Hoe kunnen we komen tot “no-regret” beslissingen en adaptieve transitiepaden voor grote investeringen terwijl er nog zeer veel grote onzekerheden zijn? Denk bijvoorbeeld ten aanzien van de toekomstige hoofdinfrastructuur of ten aanzien van de verduurzaming van de industrie (onderwerp 3.1)

- Welke marktmechanismen en regulering zijn er nodig rond verschillende, onderling afhankelijke, energiedragers en flexibiliteit om tot een sociaaleconomisch optimale inrichting te komen, waarbij prikkels gegeven worden aan markspelers die leiden tot een voor het energiesysteem wenselijke situatie op de verschillende tijdsschalen en geografische schalen? (onderwerp 3.2)
- Hoe komen we tot verdienmodellen en samenwerkingen waarbij alle relevante partijen voldoende baat hebben bij beslissingen en ontwikkelingen die nodig zijn voor de energietransitie? (onderwerp 3.3)

ONDERWERPEN DEELPROGRAMMA 3

ONDERWERP 3.1 METHODIEKEN VOOR ROBUUSTE EN ADAPTIEVE INVESTERINGSBESLISSINGEN ONDER GROTE ONZEKERHEID

De energietransitie vergt grote investeringen van verschillende partijen. Er is veel nieuwe energie-infrastructuur nodig en bestaande infrastructuur moet verzaamd worden. In de industrie zijn enorme decarbonisatiemaatregelen nodig en ook in andere sectoren zal er veel moeten veranderen. Het energiesysteem zal radicaal veranderen, maar het is op veel fronten nog onduidelijk hoe precies. Beslissingen rond deze grote investeringen moeten dus genomen worden tegen een context waarbij nog veel onduidelijk is. Gezien de lange doorlooptijden is het echter belangrijk dat beslissingen op korte termijn worden genomen.

Onderwerp 3.1 richt zich op het ontwikkelen van een methodiek voor het komen tot adaptieve en robuuste investeringspaden rond de energietransitie. Robuuste investeringspaden zijn investeringsbeslissingen van verschillende partijen op verschillende momenten die tezamen goed “bestand” zijn tegen allerlei toekomstige ontwikkelingen en scenario’s die zouden kunnen optreden. Idealiter wil dat zeggen dat deze investeringspaden goed werken, ongeacht wat de toekomst ons brengt. Adaptief wil vervolgens zeggen dat investeringspaden kunnen worden bijgesteld om in te spelen op daadwerkelijke ontwikkelingen in het energiesysteem. Kortom: adaptieve robuuste investeringspaden bestaan uit zogenaamde “no-regret”-beslissingen.

Kennis- en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Met welke (veelheid van) toekomstscenario’s dient rekening gehouden te worden. Oftewel: hoe ziet de scenarioruimte eruit?
- Hoe kan een beeld verkregen worden van de robuustheid van verschillende investeringsplannen en hoe kan dat gemeten worden?
- Hoe kan hieraan gerekend worden?
- Hoe kunnen investeringsplannen van verschillende partijen die elkaar onderling beïnvloeden met elkaar in lijn worden gebracht zodat overall de beste beslissing kan worden genomen? Hoe zorgen we daarbij dat kosten en baten voor verschillende partijen goed verdeeld worden (link met onderwerp 3.3)?
- Hoe kan op basis van dit alles een adaptieve routekaart gemaakt worden voor de verschillende partijen?

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader geduid.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Economisch, Technisch	Methoden en tooling waarmee ondanks grote onzekerheid over de toekomst collectief no-regret en/of adaptieve investeringsbeslissingen genomen kunnen worden.
Status	In opstart	Dit onderwerp was reeds onderdeel van het programma 2021. Tender proces is echter vastgelopen. Onderwerp is echter zeer actueel. Daarom wordt deze opnieuw uitgezet.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	Directe link met missie C en klimaatakkoord.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Groot	Directe bijdrage aan doelbereik.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed	Internationale kennispositie voor dit onderwerp is goed. Er is veel kennis bij verschillende kennisinstellingen (TUD, UU, TNO).
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Groot	Grote interesse bij partijen die te maken hebben met grote investeringsbeslissingen (netbeheerders, industrie) en bij havenbedrijven, industrieclusters, provincies, kennisinstellingen en adviesbureaus (modelleurs). De ACM is zeer geïnteresseerd in dit onderwerp.
Verdienvermogen en exportkansen	Redelijk, maar moet in Nederland plaatsvinden	Veel van de methoden en tools die nodig zijn bij dit onderwerp zijn ook in andere landen toepasbaar. Gezien de risico's die hiermee afgedekt kunnen worden vertegenwoordigd dit onderwerp een grote waarde. De analyses (bijv. scenarioruimte-analyse), conclusies en acties die ondernomen moeten worden zijn specifiek voor het Nederlandse energiesysteem en zullen daarom in Nederland ontwikkeld moeten worden.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Dit onderwerp draagt bij aan het effectief benutten van investeringsgelden en draagt zodoende bij aan de welvaart van Nederland. Het inzichtelijk maken van (robustheids)risico's en het in beeld krijgen van onderlinge afhankelijkheden draagt vooral bij de grotere stakeholders in het energiesysteem bij tot bewustzijn van de impact van eigen beslissingen.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)		Dit onderwerp heeft de sterkste links met: <ul style="list-style-type: none"> • Missie C: investeringsbeslissingen bij de verduurzaming van de industrie. • Missies A, B, D+, E: ontwikkelingen en verwachtingen t.a.v. productie en consumptie van energie Daarnaast zou een link gemaakt kunnen worden met de groeifonds-aanvraag rond Energy Hubs (onderwerp 2.3) waar het deels ook gaat over gezamenlijke optrekken bij investeringen. Daarnaast kan dit onderwerp bijdragen aan het onderbouwen van fundamentele keuzes t.a.v. het energiesysteem (onderwerp 5.1). Dit onderwerp wordt idealiter behandeld aan de hand van een

		relevante case. Het ligt voor de hand om dit onderwerp in concrete projecten te combineren met onderwerpen 2.1 en 2.2.
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		<p>Als we dit onderwerp niet oppakken:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Is er een sterk vergroot risico dat wenselijke investeringen uitblijven of vertraagd worden, enerzijds omdat belangrijke toekomstscenario's niet inzichtelijk waren en anderzijds omdat er te veel onzekerheid is om tot besluitvorming over te gaan. • Is er een sterk vergroot risico op desinvesteringen doordat investeringen niet tot benutting komen (stranded assets). • Missen we de mogelijkheid om adaptief in te spelen op toekomstige ontwikkelingen. • Worden er sub-optimale investeringen gedaan doordat mogelijke synergie tussen verschillende partijen niet benut wordt. • Verdwijnen sommige bedrijven uit Nederland.

ONDERWERP 3.2 MARKTMECHANISMEN EN REGULERING

Het huidige energiesysteem wordt voor een belangrijk deel geregeld via marktmechanismen, waarbij voor verschillende energiedragers en voor verschillende tijdschalen aparte mechanismen zijn ingericht. In het toekomstige energiesysteem is energieproductie voor een belangrijk deel decentraal, hebben eindgebruikers een grotere rol en invloed in de energiemarkten en is er een veel grotere afhankelijkheid tussen verschillende energiedragers. Dit terwijl de productie van energie veel onvoorspelbaarder en minder planbaar wordt en de energieconsumptie grilliger zal zijn. Het belang van demand-side flexibiliteit neemt toe, niet alleen voor balancering, maar ook om congestie in distributienetwerken te voorkomen. Het is de vraag of de huidige marktmechanismen nog adequaat zijn in deze nieuwe situatie. Het is op dit moment bijvoorbeeld niet duidelijk of huidige markten snel genoeg kunnen reageren op de dynamiek van het nieuwe energiesysteem, en of de huidige markten de juiste incentives blijven geven die leiden tot een efficiënt en betrouwbaar energiesysteem. Denk daarbij bijvoorbeeld aan de toepassing van flexibiliteit. Een extra complexiteit hierbij is dat er een veel sterkere afhankelijkheid gaat ontstaan tussen verschillende energiedragers, waardoor bijbehorende energiemarkten elkaar sterk kunnen beïnvloeden. Het doel van dit onderwerp is om inzicht te krijgen in aspecten van de huidige marktinzichten die in de toekomst niet meer tot het adequate resultaat leiden en om hiervoor oplossingen te vinden.

Kennisvragen rond dit thema richten zich op een analyse van knelpunten van de huidige marktmechanismen in het toekomstige energiesysteem en het vinden en toetsen van nieuwe marktontwerpen die deze knelpunten kunnen voorkomen:

Belangrijke inhoudelijke vragen die daarbij aan bod komen zijn:

- Welke toekomstige knelpunten (middellange termijn, langere termijn) ontstaan er in het energiesysteem met de huidige marktmechanismen? Welke veelbelovende innovaties m.b.t. systeemintegratie kunnen binnen de bestaande marktmechanismen / regulering niet worden toegepast?

- Welke belangen en doelstellingen moeten in toekomstige marktmechanismen nagestreefd worden? Welke van deze doelen moeten daarbij gecombineerd worden (co-optimalisatie)?
- Welke (nieuwe en bestaande) spelers zijn relevant?
- Welke aanpassingen aan de markt zijn er nodig om voldoende incentives te geven aan aanbieders en gebruikers om te verduurzamen of om flexibiliteit beschikbaar te krijgen op specifieke locaties ten behoeve van (de stabiliteit van) het energiesysteem?

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader geduid.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Economisch, juridisch	Ontwikkeling van marktinzicht voor incentives en besturing van een kosteneffectief, betrouwbaar en acceptabel energiesysteem.
Status	In opstart	Dit onderwerp is een van de speerpunten voor MMIP13 in 2022/2023. In 2022 wordt er in samenwerking met NWO een onderzoeksprogramma ontwikkeld op de Nationale Wetenschapsagenda.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	De hogere klimaatambities leiden tot een energiesysteem met een andere dynamiek, andere spelers en andere waarden. Hierbij hoort een marktinzicht met adequate incentives en besturing.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Groot	Dit onderwerp adresseert in de volle breedte hoe de economische aspecten van het toekomstige energiesysteem, met name rond afstemming tussen vraag naar en aanbod van energie en flexibiliteit, geadresseerd moeten worden met passende marktmechanismen.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed	Internationale kennispositie op voor dit onderwerp is goed. Er is hoogwaardige kennis bij verschillende kennisinstellingen over marktinzicht (TUD/TU/e, UU, TUT, RUG, TNO). Onderzoek naar de toekomstig wenselijke marktinzicht is een waardevolle toevoeging.
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Groot	Interesse voor dit onderwerp is groot bij netbeheerders, marktplatformpartijen, leveranciers, aggregators alsmede bij kennispartijen om te komen tot de gewenste marktinzicht van de toekomst.
Verdienvermogen en exportkansen	Redelijk, maar moet in Nederland plaatsvinden	Veel van de te ontwikkelen kennis is in algemene zin ook toepasbaar in het buitenland. Echter de inrichting van het energiesysteem in andere landen is vaak anders dan in Nederland. Daarom is het verdienvermogen beperkt, maar is het wel nodig dat deze kennis in Nederland ontwikkeld wordt.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Dit onderwerp draagt bij aan het effectief aansturen en prikkelen van het Nederlandse (economische) energiesysteem. Het adresseert daarnaast de ontwikkeling dat er meer, ook

		kleinere spelers, een actieve rol op de energiemarkt (kunnen/mogen) spelen. Dit zorgt voor meer bewustzijn bij (vooral) deze kleinere spelers.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)		Dit onderwerp heeft de sterkste links met: <ul style="list-style-type: none"> • Missie A: ontwikkeling van energieprijzen bij groeiend aandeel duurzame energie (met lage marginale kostprijs) (ook al op middellange termijn) • Missie B: Rol van energie communities en actieve spelers op de energiemarkt + waarde van flex in de gebouwde omgeving. • Missie C: Impact van de energiemarkt op de industrie. • Programma digitalisering: rol van digitalisering bij het mogelijk maken en afhandelen van meer dynamische marktmechanismen.
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Als we dit onderwerp niet oppakken is er een grote kans dat, door knelpunten die in de toekomst gaan ontstaan met de huidige marktmechanismen, vraag en aanbod niet continu optimaal op elkaar afgestemd kunnen worden waardoor de betrouwbaarheid en efficiëntie van het energiesysteem minder wordt.

ONDERWERP 3.3 COLLECTIEVE EN CROSS-SECTORALE VERDIENMODELLEN

INNOVATIEOPGAVE

Verdienmodellen bieden marktpartijen in de energietransitie handelingsperspectief en kunnen, mits zij de juiste incentives afgeven, belangrijk zijn voor het realiseren van een schoon, betaalbaar en betrouwbaar energiesysteem. Immers, ook al zijn transitiepaden en plannen nog zo goed voor het hele systeem, als business cases voor de partijen die investeringen moeten doen niet positief zijn, zullen zij niet bereid zijn om invulling te geven aan de plannen. Cruciaal hierbij is het vinden van verdienmodellen die ervoor zorgen dat (markt)partijen bereid zijn om mee te werken aan het systeembelang en om deze partijen hiervoor te activeren. Uiteraard is de burger/consument ook een belangrijke stakeholder waarvoor hetzelfde nagestreefd moet worden. Voor burgers/consumenten wordt dit in deelprogramma 2 geadresseerd. Het doel van dit onderwerp is om inzicht te krijgen in welke verdienmodellen gebruikt kunnen worden voor situaties waarbij zowel het individuele (bedrijfs)belang als het collectieve belang gediend wordt. We spreken dan van collectieve verdienmodellen. In het energiesysteem betreft het daarbij vaak partijen uit verschillende sectoren. In dat geval spreken we dan van cross-sectorale verdienmodellen. Belangrijke inhoudelijke vragen die rond deze verdienmodellen aan bod komen zijn:

- Waar liggen barrières die maatschappelijk nuttige business cases in de weg staan, en welke oplossingen of maatregelen zijn er om nodig deze barrières te slechten? Denk hierbij bijvoorbeeld aan uitdagingen als gevolg van split incentives, of aan het op gang krijgen van de productie en het gebruik van waterstof (kip-ei-probleem).
- Wat is er nodig om lasten en baten op een efficiënte en verantwoorde manier te verdelen over partijen en om hierover tot gezamenlijke afspraken te komen?
- Hoe kan een verdienmodel worden ontwikkeld voor verschillende (ook maatschappelijke) doelstellingen?
- Welke verdienmodellen zijn denkbaar en bruikbaar voor verdienmodellen voor de Staat?

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Economisch, juridisch	Ontwikkeling van verdienmodellen die aantrekkelijk zijn vanuit het gezichtspunt van individuele investeerders maar ook collectieve maatschappelijke systeemdoelen ondersteunen.
Status	Nieuw	
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	De hogere klimaatambities leiden tot een energiesysteem met andere dynamiek, andere spelers en andere waarden. Hierbij hoort een marktinrichting met adequate incentives en besturing.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Groot	Dit onderwerp speelt een cruciale rol bij het adequaat functioneren van het energiesysteem.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed	Internationale kennispositie is goed. Er is hoogwaardige kennis bij verschillende kennisinstellingen over marktinrichting (TUD/TU/e, UU, UT, EU, TNO).
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Groot	Interesse voor dit onderwerp is zeer groot bij: verschillende type bedrijven die investeringsbesluiten moeten nemen, netbeheerders, marktplatformpartijen, aggregators en bij kennispartijen.
Verdienvermogen en exportkansen	Redelijk, maar moet in Nederland plaatsvinden	Veel van de te ontwikkelen kennis is in algemene zin ook toepasbaar in het buitenland. Echter de inrichting van het energiesysteem in andere landen is vaak anders dan in Nederland. Daarom is het verdienvermogen buiten Nederland beperkt.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Dit onderwerp draagt bij aan het gebruik van effectieve incentives voor de ontwikkeling en het gebruik het Nederlandse energiesysteem en stimuleert noodzakelijke duurzame investeringen.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)		Dit onderwerp heeft links met alle missies.
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Als we dit onderwerp niet oppakken is er een grote kans dat investeringen het energiesysteem niet, of niet snel genoeg plaatsvinden en dat er een mismatch is tussen maatschappelijke kosten en baten van het systeem.

4.4 Deelprogramma 4 – Ruimte en leefomgeving

Ruimtelijke impact en inpassing van het energiesysteem

INNOVATIEOPGAVE

Deze energietransitie maakt het energiesysteem meer divers en complexer. De noodzakelijke uitbreidingen en aanpassingen leggen een aanzienlijk beslag op de in Nederland schaars beschikbare ruimte en hebben impact op onze leefomgeving. De energiesector is niet de enige partij met een ruimteclaim. Ook andere maatschappelijke functies hebben behoefte aan (extra) ruimte. Voor het realiseren van de klimaatdoelen en andere met de leefomgeving verband houdende ambities en plannen van het huidige kabinet is het noodzakelijk dat de ontwikkeling van het energiesysteem én van andere ruimtelijke opgaven in Nederland, zorgvuldig en in grote samenhang worden gepland en uitgevoerd. Dit besluitvormingsproces is buitengewoon complex. Ruimtelijke vormgeving gebeurt op verschillende schalen (van nationaal tot lokaal), heeft naast energie betrekking op diverse andere domeinen met soms conflicterende belangen en doelstellingen en aldus met vele verschillende publieke en private partijen. De centrale kennis- en innovatieopgave richt zich dan ook op de ontwikkeling van integrale vormen van planning binnen het energiesysteem in het kader van de energietransitie én in combinatie met cycli voor andere ruimtelijke opgaven. Gezien deze ontwikkelingen en uitdagingen richt deelprogramma 4 zich op de volgende hoofdvragen:

- *Integrale ruimtelijke planvorming*: op welke wijze kan een gebiedsgerichte integrale ruimtelijke planvorming worden uitgevoerd, die rekening houdt met meerdere verschillende domeinen, schalen en stakeholders? (onderwerp 4.1)
- *Integrale inzichten voor ruimtelijke vormgeving*: welke informatie is in het integrale ruimtelijke vormgevingsproces nodig, hoe wordt deze informatie gecreëerd en hoe kunnen interactieve besluitvormingssystemen dit proces adequaat ondersteunen? (onderwerp 4.2)

De onderwerpen rond deze hoofdvragen worden hieronder in meer detail toegelicht.

ONDERWERP 4.1 INTEGRALE RUIMTELIJKE VORMGEVING

Dit onderwerp is gericht op het integrale besluitvormingsproces bij ruimtelijke vormgeving. Integraal betekent in dit verband: verschillende schaalniveaus, en verschillende ruimtelijke functies (het energiedomein en andere ruimtelijke functies van verschillende beleidsterreinen). Kennis- en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Op welke wijze kan adequaat het integrale planvormingsproces voor ruimtelijke inrichting en inpassing van het energiesysteem vorm worden gegeven?
- Welke beleidsterreinen met ruimtelijke aanspraken hebben op enigerlei wijze een ruimtelijke relatie met het energiesysteem en waar liggen koppelkansen?
- Hoe kunnen multi-schaal planvormingsprocessen voor energie worden gecombineerd tot één samenhangend proces voor integrale gebiedsinrichting?

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	sociaal	Ontwikkeling van adequate en efficiënte besluitvormingsproces(sen) voor integrale ruimtelijk inpassing van het energiesysteem. Integraal betekent over verschillende schalen en verschillende ruimtelijke beleidsterreinen.
Status	Bestaand	Kennis en innovatieprogramma voorbereid in 2022, verwachte start 2023.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Direct	Zie hoofdstuk 6.1.4 'Regie op ruimte voor het energiesysteem' van het 'Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat' van juni 2022. Is ook onderdeel van verschillende uitvoeringsprogramma 's (bijvoorbeeld het Nationale Programma Regionale Energie Strategieën (NP RES), Programma Energie Hoofdinfrastructuur (PEH), Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA)).
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie vorige toelichting. Dit draagt direct en substantieel bij aan de missie en het doelbereik van MMIP13
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Sterk	De kennispositie is in Nederland zeer goed (o.a. UU, WUR, TUD en TNO). Wel moet rekening worden gehouden met het feit dat de geschetste problematiek typisch Nederlands is.
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Niet	Interesse bij bedrijven is vaak situationeel en indirect. Zij zien dit met name als een thema waar het primaat ligt bij de overheid en zijn alleen geïnteresseerd als er een concrete ruimtelijke vraag is. Wel veel interesse bij netbeheerders, overheden en kennisinstututen.
Verdienvermogen en exportkansen	Geen	De ontwikkelde kennis en innovatie past alleen bij de Nederlandse situatie. Geen directe effecten op verdienvermogen van Nederland.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Ruimtelijke inpassing hebben een directe relatie met de leefbaarheid in Nederland, is zichtbaar en heeft daarom veel maatschappelijke impact.

ONDERWERP 4.2 INTEGRALE INZICHTEN VOOR RUIMTELIJKE VORMGEVING

Dit onderwerp focuseert zich op het ontwikkelen van een gedeelde kennis- en informatiebasis, inclusief analyse gereedschappen, voor interbestuurlijke samenwerking en besluitvorming over het energiesysteem in samenhang met ruimtelijke ordeningsprocessen. Kennis en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Welke informatie en wanneer is in het integrale ruimtelijke vormgevingsproces nodig?

- Hoe wordt deze informatie gegenereerd, welk basisgegevens zijn hiervoor nodig en hoe kan deze informatiestroom (maximaal) worden gestandaardiseerd?
- Welke analysegereedschappen (gereedschapskist) is nodig om adequaat, op een interactieve wijze het integrale ruimtelijke besluitvormingsproces te ondersteunen?

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	sociaal	Ontwikkeling van adequate en efficiënte gereedschapskist met analysegereedschappen voor het genereren, analyseren en visualiseren van informatie ter ondersteuning van een interactie geïntegreerd ruimtelijk besluitvormingsproces. Integraal betekent over verschillende schalen en verschillende ruimtelijke beleidsterreinen, inclusief energie.
Status	Bestaand	Kennis en innovatieprogramma voorbereid in 2022, verwachte start 2023.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Direct	Zie hoofdstuk 6.1.4 'Regie op ruimte voor het energiesysteem' van het 'Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat' van juni 2022. Is ook onderdeel van verschillende uitvoeringsprogramma 's (bijvoorbeeld het Nationale Programma Regionale Energie Strategieën (NP RES), Programma Energie Hoofdinfrastructuur (PEH), Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA)).
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie vorige toelichting. Dit draagt direct en substantieel bij aan de missie en het doelbereik van MMIP13.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	sterk	De kennispositie is in Nederland zeer goed (o.a. UU, WUR, TUD en TNO en enkele adviesbureaus). Wel moet rekening worden gehouden met het feit dat de geschetste problematiek typisch Nederlands is.
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Klein	Interesse bij bedrijven is vaak situationeel en indirect. Zij zien dit met name als een thema waar het primaat ligt bij de overheid en zijn alleen geïnteresseerd als er een concrete ruimtelijke vraag is. Wel veel interesse bij netbeheerders, overheden en kennisinstututen.
Verdienvermogen en exportkansen	Zeer klein	De ontwikkelde kennis en innovatie kan ook, met aanpassingen, buiten Nederland worden gebruikt. Verwaarloosbare effecten op verdienvermogen van Nederland.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Ruimtelijke inpassing hebben een directe relatie met de leefbaarheid in Nederland, is zichtbaar en heeft daarom veel maatschappelijke impact.

4.5 Deelprogramma 5 – Complexe besluitvorming

Thema-overschrijdende vraagstukken gericht op regie en besluitvorming

INNOVATIEOPGAVE

Veel systeemintegratievraagstukken hebben betrekking op verschillende deelprogramma 's tegelijk. Deze vraagstukken die een echt doorsnijdend karakter hebben zijn ondergebracht in deelprogramma 5.

Deelprogramma 5 richt zich op de volgende hoofdvragen:

- *Fundamentele keuzes*: welke fundamentele keuzes en leidende principes zijn nodig cq. wenselijk? Dit zijn vragen over onderwerpen in de energietransitie en/of daar invloed op hebben met een grote (sociale en/of ecologische en/of economische) impact, die sterk richtinggevend zijn en aldus vaak vragen om handelen van de overheid (onderwerp 5.1).
- *Semiautonome systemen*: wat zijn, gezien vanuit verschillende perspectieven (technisch, economisch, juridisch, sociaal maatschappelijk) begrenzings van autonomie volgens een middels een holarchisch systeemconcept geordend energiesysteem (onderwerp 5.2)?
- *Informatiebasis op orde*: welke afspraken en standaarden over de betekenis van data, het genereren van informatie en voor analysegereedschappen zijn nodig voor het maken van uniforme transparante, fact-based, afspraken bij integrale besluitvormingstrajecten (onderwerp 5.3)?
- *Energiesysteem dashboard*: hoe ontwikkelen zich het energiesysteem, wat zijn mogelijk ontwikkelpaden, wat zijn belangrijke KPI 's, wat is de huidige status enz. en hoe kan deze informatie in een overzichtelijk systeem (dashboard, vormgegeven worden (onderwerp 5.4)?
- *Impact van internationale ontwikkelingen*: welke internationale systeemintegratie ontwikkelingen zijn belangrijk voor de transitie van het Nederlands energiesysteem, wat betreft energievoorziening, geopolitiek, economische en sociaal maatschappelijke aspecten, kennisontwikkeling, exportkansen enz (onderwerp 5.5)?

ONDERWERP 5.1 FUNDAMENTELE KEUZES TEN AANZIEN VAN HET ENERGIESYSTEEM

De energietransitie vraagt grote veranderingen in het energiesysteem, waar (vaak cascades van) grote keuzes gemaakt moeten worden. Veel gemaakte keuzes beïnvloeden elkaar. Het maken van één keuzes of het laat maken van keuzes sluiten soms opties uit, vragen mogelijk om latere correctieslagen of hebben op een andere manier invloed op het verloop van de energietransitie. Een 'Fundamentele Keuzevraag' is een keuzevraag met een grote impact, zoals bijvoorbeeld een grote sociale en/of ecologische en/of economische impact, is sterk richtinggevend (en ligt daarmee ten grondslag aan andere keuzevragen) en vraagt om handelen (vaak vanuit de overheid).

Het doel van dit onderwerp is om belangrijke keuzevragen voor het energiesysteem te identificeren en te prioriteren. Daarnaast is heeft dit onderwerp als doel om de consequenties voor keuzes zichtbaar te maken. Deze keuzevragen liggen ten grondslag aan veel (vervolg)keuzes van verschillende stakeholders in het energiesysteem. Het is daarom belangrijk om helderheid te verschaffen over deze fundamentele keuzevragen, zodat deze stakeholders weten waar zij aan toe zijn en een basis hebben waarop zij kunnen bouwen.

De belangrijkste kennisvragen bij dit onderwerp zijn:

- Wat zijn de belangrijkste fundamentele keuzevragen voor het energiesysteem?
- Op welke wijze kunnen mogelijke opties bij fundamentele keuzevragen tegen elkaar afgewogen worden?
- Wat zijn de consequenties van verschillende keuzes die bij een fundamentele keuzevraag gekozen kunnen worden?

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader geduid.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, economisch, juridisch, sociaal	Wat zijn fundamentele keuzes die gemaakt moeten worden die ten grondslag liggen aan het Nederlandse energiesysteem?
Status	Lopend	Dit onderwerp is een van de speerpunten voor MMIP13 in 2022/2023. In 2022 vindt er een inventarisatie plaats van fundamentele keuzevragen.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	(Keuzes ten aanzien van) fundamentele keuzes geven nadere duiding en invulling aan de klimaatplannen. Deze helderheid is nodig zodat partijen die de energietransitie in de praktijk moeten realiseren helderheid krijgen over de consequenties of reikwijdte van (vervolg)keuzes die zij moeten maken.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Groot	Dit onderwerp adresseert de basis van het toekomstige energiesysteem: welke fundamentele keuzes maken wij, op basis waarvan de rest van het energiesysteem, opgebouwd kan worden?
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Redelijk tot goed	De (internationale) kennispositie op voor dit onderwerp is goed. Er is veel kennis over welke keuzes er te maken zijn. Het onderbouwd analyseren van deze keuzes en het achterhalen wat de onderliggende fundamentele keuzes zijn is nieuw.
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Groot	Interesse voor dit onderwerp is groot bij EZK (o.a. Programma Energiesysteem), maar ook bij partijen die op zoek zijn naar een fundament onder hun (grote) investeringsbeslissingen.
Verdienvermogen en exportkansen	Geen, moet in Nederland plaatsvinden	Dit onderwerp richt zich exclusief op keuzes binnen het Nederlandse energiesysteem. Exportkansen zijn daarom nihil, maar de benodigde kennis kan eventueel deels uit het buitenland worden gehaald.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Dit onderwerp zorgt dat partijen vervolgbeslissingen gaan nemen, omdat zij helderheid hebben over het beleidsmatige kader. Dit zorgt derhalve voor een versnelling (of in ieder geval het voorkomen van een vertraging) voor de energietransitie. Bovendien zorgt het inzicht in de fundamentele keuzevragen voor bewustzijn van het belang van deze vraagstukken.

Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)		Er is een sterke link met het Programma Energiesysteem (PES) bij EZK. Gezien het fundamentele karakter heeft dit onderwerp daarnaast raakvlakken met alle innovatiemissies.
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Als we dit onderwerp niet oppakken blijft er onduidelijkheid bestaan, waardoor partijen die de energietransitie moeten realiseren niet overgaan tot investeringsbeslissingen. Dit heeft een vertragende en belemmerende invloed op de energietransitie. Daarnaast ontstaat de kans dat ontwikkelingen binnen het energiesysteem verlopen op een maatschappelijk niet gewenste wijze.

ONDERWERP 5.2 SEMIAUTONOME SYSTEMEN

Dit onderwerp heeft betrekking op het verwerven van kennis over de mogelijkheden, kansen, maar ook beperkingen en risico's bij het toekennen van autonomie aan energiesystemen op verschillende schalen; van gebouw tot nationaal niveau. Kennis en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Met welke methodiek is het mogelijk om adequaat verschillende vormen van een holarchische ordeningsmodel voor het energiesysteem te toetsten op haalbaarheid?
- Welke indelingssystematiek in holonen is functioneel, gezien vanuit een technisch, economisch, juridisch en sociaal perspectief en welke regelmechanismen zijn mogelijk om dit model te laten functioneren? Het gaat hierbij om marktprikkels, regelgeving, kaders voor verdeling van verantwoordelijkheden, governance modellen enz.
- Met welk beslissingsondersteunend instrument is het mogelijk bovenstaande methodologie toe te passen op specifieke scenario's, praktijksituaties en ideeën uit de maatschappij?
- Welke veranderingen zijn nodig om een transitie naar een holarchisch model te kunnen maken, inclusief rolveranderingen van huidige stakeholders?

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	technisch, economisch, juridisch en sociaal	Ontwikkeling van een adequaat functionerende beslissingsondersteunend instrument voor verschillende gebruikers (nationaal, regionaal), waarmee de consequenties van semiautonome energiesystemen kunnen worden gesimuleerd en getoetst.
Status	Bestaand	Kennis en innovatieprogramma voorbereid in 2021 en is gestart in 2022. Eerste resultaten worden in verwacht Q3 2023.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	Ter ondersteuning van regierol, zie hoofdstuk 6.1.3 'Regie op ruimte voor het energiesysteem' van het Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat van juni 2022.

Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zie vorige toelichting. Dit draagt direct en substantieel bij aan de missie en het doelbereik van MMIP13.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Sterk	De kennispositie in Nederland is zeer goed (o.a. TUE, TUD en TNO).
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Zeer beperkt	Interesse bij bedrijven is vaak situationeel en indirect. Zij zien dit met name als een thema waar het primaat ligt bij de overheid. Sommige technologie en serviceproviders zien nieuwe marktkansen wanneer er meer ruimte komt voor semiautonome energiesystemen en zijn alleen geïnteresseerd als er een concrete ruimtelijke vraag is. Wel zeer veel interesse bij netbeheerders, overheden, coöperaties en andere energiecollectieven en kennisinstututen.

ONDERWERP 5.3 INFORMATIEBASIS OP ORDE

Dit onderwerp richt zich enerzijds op het uniformeren en standaardiseren van data en anderzijds op de ontwikkeling van een breed spectrum aan analyse-instrumenten, bijvoorbeeld energiemodellen, die in staat zijn op een transparante en eenduidige wijze fact-based informatie te leveren ter ondersteuning van besluitvorming over het integrale energiesysteem. Kennis en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Hoe kan op een adequate wijze data uit verschillende gegevensstromen, die nodig zijn voor hoogwaardige besluitvorming rond integrale vragen over (de ontwikkeling) van het energiesysteem, uniform, transparant en eenduidig worden gedefinieerd en waar mogelijk gestandaardiseerd? Hoe moet hierbij worden omgegaan met aspecten zoals privacy en cyber security en welke voorzieningen en faciliteiten zijn nodig om te komen tot een nationale data en informatiebasis?
- Op welke wijze kan het integrale energiesysteem, inclusief technische, economische, juridische, sociale en ruimtelijke dimensies worden geanalyseerd en gemodelleerd?

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	technisch, economisch,	Ontwikkeling van een informatiebasis voor data, informatie en analyse gereedschappen voor het integrale energiesysteem.
Status	Bestaand	Kennis en innovatieprogramma gestart in 2020.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	Ter ondersteuning van regierol, zie hoofdstuk 6.1.3 'Regie op ruimte voor het energiesysteem' van het Ontwerp Beleidsprogramma Klimaat van juni 2022 en nog in ontwikkeling zijnde beid op het gebied data en informatie voor Klimaatbeleid (zie ook basis data infrastructuur) en datakoers DGKE.

Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Zonder een hoogwaardige eenduidige informatiebasis is het maken van fact-based analyses en plannen met een breed draagvlak niet mogelijk.
Internationale kennispositie Nederland (sterkste Nederlands innovatie-ecosysteem)	Sterk	De kennispositie in Nederland is zeer goed (o.a. UU, TUD, TUE, RUG, TNO en enkele (advies)bureaus).
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Beperkt	Interesse bij adviesbureaus en bedrijven met verduurzamingsplannen. Zeer veel interesse bij netbeheerders en kennisinstellingen.

ONDERWERP 5.4 SYSTEEMINTEGRATIE DASHBOARD

Dit onderwerp is gericht op ontwikkelen van een dashboard met (achterliggende) analyses, scenarioruimtes, keuzeopties systeemconsequenties voor het inzichtelijk maken van grote systeemkeuzes die in de loop van de energietransitie gemaakt moeten worden. Input voor een aantal van deze systeemkeuzes komen uit andere onderwerpen in dit programmavoorplan, het meest nadrukkelijk uit de onderwerpen 3.1 en 5.1. Input komt ook deels uit andere analyses en plannen, denk aan het klimaatakkoord, IJ3050, Waterstofplannen etc (zie ook onderwerp 5.3). Daarnaast wordt gebruik gemaakt van de methodiek uit onderwerp 3.1.

Het dashboard moet aan beslissers en andere stakeholders in het energiesysteem overzichtelijk maken:

- Welke keuzes er gemaakt moeten worden op welke moment of onder welke condities, met welke onderlinge afhankelijkheden.
- Wie betrokken moeten worden bij deze keuzes.
- Welke mogelijke transitiepaden er zijn, op basis van verschillende keuzes op verschillende keuzemomenten.
- Wat (mogelijke) consequenties zijn van keuzes en transitiepaden.

Een mogelijke invulling van een dergelijk dashboard is in de vorm van een metrokaart voor het energiesysteem, waarbij mogelijke routes, afslagen en knooppunten van beslissingen tussen nu en 2050 worden weergegeven.

In onderstaande tabel wordt de context van dit onderwerp nader gedefinieerd.

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, economisch, juridisch, sociaal	Visueel en laagdrempelig overzicht van een grondig geanalyseerde samenhangende set van keuzes en transitiepaden voor het Nederlandse energiesysteem.
Status	Nieuw	Dit is een nieuw onderwerp dat deels gebruik maakt van inzichten uit andere onderwerpen.

Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	Indirect	Dit geeft een overzicht van de keuzes die gemaakt moeten worden die voortkomen uit de nadere invulling van het klimaatakkoord, het coalitieakkoord en Fit For 55. Dit geeft inzicht aan stakeholders, beslissers en beleidsmakers welke beslissingen zij moeten nemen.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Groot	Dit onderwerp zorgt voor een eenduidig overzicht van alle belangrijke keuzes rond het energiesysteem.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed	Er is veel kennis op dit deelonderwerp, zowel bij kennispartijen, bij de iNET werkgroep van Netbeheer Nederland en bij adviesbureaus. Dit onderwerp zal echter kennishiaten aan het licht brengen. De analyse van alle afhankelijke keuzes is complex en vergt kennis op het gebied van bijvoorbeeld systeemtheorie en beslistheorie. De kennispositie daarvan is in Nederland goed (bijv. TUD, UU, RUG).
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Groot	Interesse voor dit onderwerp is groot bij EZK (o.a. Programma Energiesysteem) en netwerkbedrijven. Daarnaast is het dashboard waardevol voor alle stakeholders van het energiesysteem omdat het inzichtelijk maakt welke belangrijke keuzes er voor hen liggen en hoe die keuzes samenhangen met de rest van het energiesysteem. Dit betreft in het bijzonder partijen die grote investeringsbeslissingen moeten nemen die veel impact hebben op het systeem. Daarnaast is MMIP13 zelf een belangrijke afnemer van de resultaten van dit onderwerp. Het geeft inzicht in kennis- en innovatie die nog nodig is om beslissingen onderbouwd te kunnen nemen of om keuzeopties te creëren.
Verdienvermogen en exportkansen	Klein, maar moet in Nederland plaatsvinden	Dit onderwerp richt zich exclusief op keuzes binnen het Nederlandse energiesysteem. Exportkansen zijn daarom nihil.
Bijdrage aan brede welvaart en bewustzijn	Hoog	Dit onderwerp zorgt ervoor dat het helder is welke beslissingen er genomen moeten worden en wanneer. Daardoor kunnen beslissingen op tijd genomen worden en mogelijke kennishiaten op tijd ingevuld worden. Bovendien zorgt het inzicht in keuzes voor bewustzijn van het belang van deze vraagstukken.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)		Er is een sterke link met het Programma Energiesysteem (PES) bij EZK. Gezien het integrale karakter is dit onderwerp relevant (en mogelijk ingrijpend) voor alle innovatiemissies.
Wat missen we als we dit niet oppakken? (= welk probleem lossen we op)		Als we dit onderwerp niet oppakken ontstaat het risico dat het te laat duidelijk wordt dat er belangrijke keuzes voorliggen, worden keuzes gemaakt zonder daarbij voldoende rekening te houden met de afhankelijkheid van andere keuzes en de systeemimpact van keuzes. Dit kan leiden tot vertraging of tot ontwikkelingen binnen het energiesysteem die niet wenselijk zijn.

--	--	--

ONDERWERP 5.5 IMPACT VAN INTERNATIONALE ONTWIKKELINGEN

Het Nederlandse energiesysteem is onderdeel van een Europees en wereldwijd energiesysteem. De energietransitie is bovendien een internationaal proces. Dit onderwerp focust zich op systeemvraagstukken die spelen op Europees en internationaal niveau en op kennis en innovaties die van belang zijn voor Nederland. Kennis en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Op welke wijze interacteert het Nederlandse energiesysteem en energievoorziening met het Europese en globale energiesysteem, hoe kan deze worden gemodelleerd t.b.v. Nederlands energiebeleid? De interactie richt zich op diverse thema's: technisch, economisch, juridisch, sociaal en geopolitiek.
- Welke kennis en innovatie op het gebied van systeemintegratie buiten Nederland is interessant of van belang voor Nederland en omgekeerd? Welke organisaties zijn hierbij belangrijk en welke samenwerkingsmogelijkheden zijn hier?

	Omschrijving	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	technisch, economisch, juridisch en sociaal	Onderkennen van Europese en internationale ontwikkelingen van belang voor de transitie van het energiesysteem.
Status	Bestaand	In 2022 is een bescheiden start gemaakt met dit thema.
Link met Klimaatakkoord, Coalitieakkoord en Fit For 55	direct	Directe link met Klimaatakkoord en Fit For 55, wat betreft vraagstukken voor leveringszekerheid en interconnectie. Directe link met innovatie beleid wat betreft 'make or buy' policy.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Hoog	Het Nederlandse energiesysteem maakt deel uit van een Europees en globaal energiesysteem. Het is belangrijk dit mee te nemen bij de uitrol van energietransitie. Deze kan worden versneld door slim kennis te vergaren bij andere landen.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	n.v.t.	
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Hoog	Bij bedrijven wat betreft export en import kansen. Bij kennisinstututen wat betreft verbeteren kennispositie.

5 Doelstellingen per onderwerp

Hieronder volgt een beknopt overzicht met de doelstellingen (anno 2023) voor de verschillende innovatieonderwerpen.

Deelprogramma 1 - Sociaal deelsysteem		
Onderwerp		Doelstelling
1.1	Inclusiviteit en energierechtvaardigheid	Nog geen concrete doelstelling vastgesteld
1.2	Emergent gedrag	inzicht krijgen in hoe emergent gedrag als gevolg van beleid of plannen voorspeld kan worden en welke interventies er mogelijk zijn (NWA-programma).
1.3	Participatie en communicatie	Nog geen concrete doelstelling vastgesteld
Deelprogramma 2 – Technisch deelsysteem		
Onderwerp		Doelstelling
2.1	Flexibiliteit	Onderzoek naar flexpotentieel binnen verschillende sectoren (i.h.b. industrie), ontwikkeling van tooling en methoden waarmee de waarde van flexibiliteit kan worden bepaald en hoe deze flexibiliteit ingezet kan worden.
2.2	Robuust CO₂-vrij elektriciteitssysteem in 2035	inzicht in belemmeringen en versnellende factoren rond het CO ₂ -vrij worden van het elektriciteitssysteem richting 2035. Inzicht in vereiste aanpassingen en interventies (nieuw op te zetten (subsidie)project). Digital twin van het Nederlandse elektriciteitssysteem.
2.3	Energy Hubs	Ontwikkeling van kennis en innovaties voor circa 50 innovatieve archetypische energy hubs in Nederland (Nationaal Groeifonds).
2.4	Smart Multi-Commodity Energy Systems (SMCES)	Onderzoek naar en ontwikkeling van aansturingsmechanismen voor energiesystemen met meerdere energiedragers, waarmee mogelijkheden van (interacties tussen) tussen verschillende energiedragers (zoals opslag en conversie) worden benut om een energiesysteem zo betrouwbaar, efficiënt en economisch mogelijk functioneert (Subsidieproject Synergys).
2.5	Slimme infrastructuur	Inventarisatie van veelbelovende combinaties van slim ontwerp en slimme aansturing van elektriciteitsinfrastructuur waarmee bestaande capaciteit beter kan worden benut, zodat congesties worden beperkt en investeringen in verzwaring worden geminimaliseerd. Onderzoek en/of ontwikkeling van de meest veelbelovende van deze geïnventariseerde combinaties.
2.6	Rol van nieuwe technologieën in het energiesysteem	Onderzoek naar de rol van nieuwe technologische ontwikkelingen (nog nader te bepalen, maar in ieder geval kernenergie) en andere systeemveranderingen zoals bijvoorbeeld nieuwe opslagtechnieken in het energiesysteem en hoe deze optimaal kunnen worden ingepast? (losse opdrachten)
2.7	Inpassing en systeemfunctie in het energiesysteem van	Onderzoek naar hoe heavy-duty laadinfrastructuur op een zo efficiënt, economisch en maatschappelijk gedragen wijze ingepast kan worden in het energiesysteem, zoals in energy hubs,. Ontwikkeling van intelligent operationeel management van heavy-duty laadinfrastructuur in deze setting. (subsidieproject Plug-in).

	heavy-duty laadinfrastructuur	
--	--------------------------------------	--

Deelprogramma 3 – Economisch deelsysteem		
Onderwerp		Doelstelling
3.1	Methodieken voor robuuste en adaptieve investeringsbeslissingen onder grote onzekerheid	Ontwikkeling van tooling en methoden voor analyse van robuustheid en performance van grote investeringsbeslissingen van combinaties van partijen (bijvoorbeeld industrie en netbeheerders) onder grote onzekerheid en voor de ontwikkeling van adaptieve investeringspaden. Deze zullen investeerders meer duidelijkheid geven over risico 's voor verduurzaming en/of aanpassingen van het energiesysteem en over mogelijke alternatieven. Dit kan helpen om investeringen te versnellen.
3.2	Marktmechanismen en regulering	Onderzoek naar de gewenste marktinrichting van het toekomstige multi-commodity energiesysteem en naar de daarbij benodigde regelgeving. (NWA-call).
3.3	Collectieve en cross-sectorale verdienmodellen	Ontwikkeling van methoden en tooling waarmee samenwerkende partijen kunnen komen tot gezamenlijke verdienmodellen voor belangrijke ontwikkelingen die nodig zijn voor de energietransitie. Deze tooling kan helpen om 'scheve' verdienmodellen op te sporen en/of te mitigeren en kan tevens gebruikt worden om alternatieven maatschappelijke business modellen te ontwikkelen.
Deelprogramma 4 – Ruimte en leefomgeving		
Onderwerp		Doelstelling
4.1	Besluitvormingsproces integrale inrichting ruimte en leefomgeving, inclusief energie	Ontwikkeling in de praktijk getoetst proces , bijvoorbeeld in enkele pilots (project ruimte voor energie)..
4.2	Integrale inzichten voor inpassing in de ruimte en leefomgeving van het energiesysteem	Overzicht informatiebehoefte en tooling voor ruimtelijke vormgeving (project ruimte voor energie).
Deelprogramma 5 – Complexe besluitvorming		
Onderwerp		Doelstelling
5.1	Fundamentele keuzes ten aanzien van het energiesysteem	Onderbouwde analyse van consequenties van keuzeopties verbonden aan fundamentele keuzevragen die grote (sociale en/of ecologische en/of economische) impact hebben en sterk richtinggevend zijn. Uitwerking en analyse van reeds in eerder uitgevoerde inventarisatie Het scheppen van duidelijkheid over deze keuzes versnelt de energietransitie.
5.2	Semi-autonome energiesystemen	Ontwikkeling van een tool waarmee mogelijkheden, effecten en begrenzingen van autonomie binnen een holarchisch systeem geanalyseerd kunnen worden.(opdracht HOLON).

5.3	Informatiebasis op orde	Ontwikkeling van een uniform begrippenkader en standaarden voor energie-systeemstudies zodat uitkomsten uit deze studies eenduidig, vergelijkbaar en combineerbaar zijn.
5.4	Systeemintegratie dashboard	Ontwikkeling van een systeemintegratie dashboard.(opdracht)
5.5	Impact van internationale ontwikkelingen	Overzicht samenwerkingsmogelijkheden met de USA. Dit met als doel relevante US kennis voor Nederland te halen en omgekeerd Nederlandse kennis af te zetten in de USA.

6. Relaties met generieke thema's

6.1 Digitalisering

In het oorspronkelijke programmaplan van MMIP13 was digitalisering als onderwerp expliciet opgenomen bij het oorspronkelijke deelprogramma 6. Intussen is duidelijk dat digitalisering een belangrijke driver is voor bijna alle innovaties binnen MMIP13. Het speelt een rol in elk van de vijf nieuwe deelprogramma 's. Digitaliseringsonderwerpen die hier spelen zijn onder andere:

- Standaarden voor data en modellen en de wijze waarop gevoelige data gedeeld kan worden (o.a. in onderwerpen 5.3, 3.2, 2.5, 2.4).
- (Integreren van) modellen (onder andere multimodelling), platforms en andere digitale analyse en visualisatietechnieken voor ondersteuning besluitvorming (o.a. in onderwerpen 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 3.1, 3.2, 4.2, 5.2, 5.4).
- Slimme (AI) management en controle systemen voor semiautonome energiesystemen, inclusief energy hubs (o.a. in onderwerpen 2.3, 2.4, 2.5).
- Intelligente systemen voor flex management en nieuwe marktmodellen (o.a. in onderwerpen 2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 3.2).
- Digital twins, met name voor het integrale Nederlandse (en Europese) elektriciteitssysteem (o.a. in onderwerpen 2.1, 2.2).
- Slimme systemen voor monitoring en controle van infrastructuur over verschillende energiedragers heen, inclusief sensing (o.a. onderwerp 2.5).
- Cybersecurity van het energiesysteem (o.a. in alle onderwerpen in deelprogramma 2 en in onderwerp 3.2).
- Omgaan met autonome ICT-ontwikkelingen en -diensten (in onderwerpen 5.2 en 2.3).

Net als in de afgelopen jaren zal bij deze onderwerpen nauw samengewerkt worden met het programma digitalisering. Ook wil MMIP13 een actieve rol (blijven) spelen in het Digitaliseringsnetwerk van het programma digitalisering.

6.2 Circulariteit

In het Coalitieakkoord zijn ambitieuze klimaatdoelen voor de circulaire economie vastgelegd. Hierbij ligt de nadruk op het klimaateffect en leveringszekerheid van grondstoffen. MMIP 13 richt zich hierbij op kennis en innovatievraagstukken die verband houden met de integratie van grondstoffen en energieketens. Kennis en innovatievragen die daarbij geadresseerd worden zijn:

- Welke interacties bestaan er tussen geïntegreerde grondstoffen, energie en productketens?
- Op welke wijze kunnen LCA's worden uitgevoerd over geïntegreerde energie, grondstoffen en productketens?
- Welke fundamentele keuzes ten aanzien van gebruik van grondstoffen en circulariteit zijn belangrijk voor en/of hebben impact op (inrichtingskeuzes van) het energiesysteem? (Onderwerp 5.1).

Al met al wordt circulariteit slechts zijdelings geadresseerd in MMIP13. Dit is een nadrukkelijke keuze vanuit het Missie-innovatieteam systeemintegratie. Echter, circulariteit en grondstoffengebruik kunnen niet los gezien worden van het energiesysteem (en vice versa). MMIP13 denkt dan ook graag mee over het meenemen van systeemintegratievragen in het DST circulariteit.

6.3 Human Capital

Voor de realisatie van de uitdagingen op het gebied van systeemintegratie zijn voldoende opgeleide arbeidskrachten nodig op verschillende niveaus. Het gaat hierbij niet alleen om technische kennis, bijvoorbeeld op het gebied van energie infrastructuur en opslag en conversie, maar ook om economische expertise, kennis van digitalisering, kennis van sociaal-maatschappelijke processen, juridische zaken, ruimtelijke vormgeving en vaardigheden zoals het creëren van draagvlak en het opzetten van samenwerkingsverbanden. In de praktijk is er een groot tekort aan mensen die de juiste vaardigheden en competenties hebben. In het MMIP 13 komen verschillende werelden bij elkaar en is er behoefte aan vakmensen die ook interdisciplinair kunnen denken en samenwerken. Deze noodzaak om kennis van verschillende disciplines te combineren en te integreren maakt het Human Capital probleem nog groter. Brede integrale opleidingen voor dit soort functies zijn echter vooralsnog zeer schaars. Om deze situatie te veranderen is het noodzakelijk dat er een structurele samenwerking tot stand komt tussen verschillende onderwijsinstellingen (van MBO tot universitair) die zorgen voor een integratie van technische, socio-economische, juridische, sociale, politiek-bestuurlijke, ruimtelijke en ecologische (alfa, bèta en gamma) expertises. Om dit te kunnen realiseren is de (faciliterende) rol van de overheid cruciaal.

Om voldoende snelheid en opschaling te realiseren en curricula op de steeds veranderende vraag te laten aansluiten is het belangrijk om leren, werken en innoveren bij elkaar te brengen. Hierbij kunnen 'Learning Communities', die zijn opgezet rond concrete praktijkcases, zoals demonstratieprojecten, living labs en/of field labs, een belangrijke rol spelen. In deze omgevingen moeten verschillende dimensies van de energietransitie, die helpen bij het vinden van concrete oplossingen voor het grote abstracte probleem van 'systeemintegratie' concreet en integraal aan bod komen. Heel nadrukkelijk moeten in deze experimentele en lerende omgeving uitgebreid aandacht zijn voor niet-technische aspecten en vaardigheden. MMIP13 zal zich met name richten op dergelijke, op systeemintegratie gerichte, 'Learning Communities'.

6.4 Maatschappelijk Verantwoord Innoveren (MVI)

Maatschappelijk verantwoord innoveren is een centraal thema binnen alle deelprogramma's van MMIP 13. Dit is met name het geval bij Deelprogramma 1 (sociale deelsysteem), Deelprogramma 4 (ruimte & leefomgeving) en Deelprogramma 5 (complexe besluitvorming). Voor een verdere uitwerking wordt verwezen naar de desbetreffende paragrafen van hoofdstuk 4.

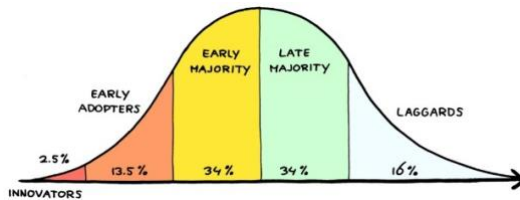
7. Communicatie, leren en disseminatie

7.1 Positionering en doelen

MMIP13 heeft tot doel kennis en innovatie op het gebied van systeemintegratie en de daarbinnen gedefinieerde deelprogramma's te bevorderen. Die nieuwe kennis en innovatie die voortkomt uit dit programma wordt pas relevant wanneer deze door gebruikers benut en toegepast wordt in de praktijk en op die manier – opgeschaald - maatschappelijke impact heeft. Daarom is communicatie essentieel. In onze communicatie gaat het om meer dan alleen het opleveren van rapporten. Het gaat om: het breed informeren, inspireren en activeren van stakeholders zodat kennis in de praktijk wordt toegepast. Dit door kennis in de volle breedte te dissemineren, gefocust op relevante doelgroepen, met een heldere kernboodschap, publieksvriendelijk – dus begrijpelijk, aansprekend, en aantrekkelijk – geformuleerd in woord en beeld.

7.2 Stakeholders en strategie

Voor systeemintegratie geldt dat het veld van stakeholders breed en divers is. Deze diversiteit maakt communicatie extra uitdagend. Stakeholders zijn met name energie-experts en energieprofessionals binnen publieke en private organisaties. Denk hierbij aan onderzoekers en ondernemers, bestuurders, beleidsmakers en bedrijven en belangenorganisaties. Nadruk ligt hierbij op functionarissen die zich bezig houden met strategie en beleid, met directe lijnen naar de politiek. Kijkend naar de bekende adoptiecurve van Rogers zijn dit vooral de innovators en early adopters.



Figuur 4: Adoptiecurve Rogers: de communicatie vanuit MMIP13 richt zich vooral op innovators en early adopters.

Door stakeholders te informeren, enthousiasmeren en activeren, dragen we bij aan het realiseren van de MMIP13 doelen.

Die communicatie wordt op verschillende niveaus georganiseerd:

- visie en gedachtengoed van Systeemintegratie (hoofd- en deelprogramma's)
- projecten
- de systeemintegratie-gemeenschap (community)

Het gedachtengoed van MMIP13 Systeemintegratie komt steeds meer in de belangstelling te staan. Het belang ervan wordt al enige tijd onderkend, de maatschappelijke waarde ervan wordt steeds zichtbaarder. Daarbij blijft het belangrijk om aandacht te besteden aan de missie, doelen en uitgangspunten van Systeemintegratie. De bijbehorende deelprogramma's zorgen voor de thematische verdieping:

- Sociaal deelsysteem
- Technisch deelsysteem
- Economisch deelsysteem
- Ruimte en leefomgeving

Communicatie over de projecten, die binnen deze programma's vallen, versterken de bewijskracht van het concept systeemintegratie. De maatschappelijke impact van deze projecten wordt vervolgens vergroot naarmate de kennis of innovatie grootschalig wordt toegepast door de stakeholders. Topsector Energie Systeemintegratie stelt dan ook dat er bij elk project apart aandacht wordt besteed aan de disseminatie- en communicatiestrategie.

Het opbouwen en uitbreiden van de systeemintegratie-community is een wezenlijk onderdeel van het vergroten van de impact van het programma. Omdat er geen 'natuurlijke' systeemintegratie ecosysteem is, zal veel tijd gestoken moeten worden in de ontwikkeling van een stevig systeemintegratie netwerk. Het ontwikkelen van een ecosysteem als communicatie-doelgroep is één doel. Belangrijker nog is deze community te activeren om een 'learning community' of 'community of practise' te worden.

7.3 Communicatiemiddelen

MMIP13 beschikt over een aantal mogelijkheden om haar stakeholders te bereiken. De opzet is om dit zo veel mogelijk in samenwerking met partners te doen. De communicatie-toolbox die hiervoor in de basis kan worden ingezet, bestaat bijvoorbeeld uit position papers, (explainer)video's, animaties en artikelen. En - vooral gericht op implementatie - , zijn dit ook presentaties, werkbezoeken, workshops en events geschikte tools.

8. Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren op hoofdlijnen

MMIP 13 richt zich op systeemintegratievraagstukken verbonden aan de energietransitie. Onder systeemintegratie wordt verstaan: het op een gecoördineerde wijze integreren van ketens van verschillende energiedragers en gebruikssectoren tot één duurzaam, betrouwbaar, betaalbaar en veilig energiesysteem, met een breed maatschappelijk draagvlak. Deze integratie gaat niet alleen om technische, maar ook om economische, sociaal-maatschappelijke en juridische factoren en om de inpassing in de ruimte en leefomgeving. Onder technische factoren verstaan we de gehele keten van opwek, transport, conversie, opslag en gebruik van verschillende vormen van energie. Economische factoren omvatten marktmodellen, business cases financieringsvormen enz. Onder sociaal-maatschappelijke factoren wordt onder andere verstaan: menselijk gedrag draagvlak en rechtvaardigheid. Juridische factoren tenslotte zijn wet- en regelgeving, inclusief het onderliggende vergunningen- en normenkader. Dit geïntegreerde energiesysteem kent verschillende ruimte- en tijdschalen; van lokaal tot Noordwest Europese schaal en van seconden tot enkele decennia.

In 2020 is in het Klimaatakkoord besloten om systeemintegratie als aparte missie mee te nemen. De doelen voor systeemintegratie zijn veel abstracter dan andere missies in het Klimaatakkoord, waar gestreefd wordt naar concrete verlagingen van de uitstoot van broeikasgassen. Systeemintegratie zorgt er juist voor dat de verschillende doelen op elkaar worden afgestemd. Systeemintegratie speelt hierbij een cruciale rol. Voor deze systeemproblematiek is echter vaak geen eenduidige eigenaar. Het is een thema van belang voor alle stakeholders en daarbij dus ook een thema voor 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 innovatie trajecten vaak starten met het bij elkaar brengen van relevante partijen die elkaar niet automatisch kennen. Dit betekent ook dat traditionele open-tender aanbestedingen niet goed werken. Dit betekent dat vaak maatwerkoplossingen nodig zijn.

Contactpersonen:

Mart van Bracht (mart.vanbracht@topsectorenergie.nl)

Michel Emde (michel.emde@topsectorenergie.nl)