

# TKI WIND OP ZEE

Topsector Energie



## Herijking MMIP1 2022

## Hernieuwbare Energie op zee

**Datum:** 12 mei 2023



## Executive Summary

In the period from 2023 to 2050, the Dutch Offshore Energy sector has to make a giant leap from almost 2,5 GW to 70 GW installed capacity on the North Sea. In doing this we are searching for a balance between energy supply, nature, and food supply in our largest nature area. For a number of reasons, it is evident that the required scale jump is not possible with the present state of technique: the upscaling is confronted with bottlenecks like higher costs, speed of rollout, competing use of space, safety (such as shipping), ecology en integration of very large quantities of electricity in the energy system.

This challenge requires clear goals, and during the trajectory, choices will have to be made on how to maintain the balance between all interests and still provide a clear answer to the demand for energy.

This MMIP (Multi-year Mission-driven Innovation Program) contains concrete transition goals, partly quantitative, for a large number of subjects, and of course, the corresponding innovation challenge.

The most important innovation challenge of this MMIP, lies in solving the bottlenecks mentioned by means of the three themes which form the subprograms of this MMIP.

- 1 *Cost Reduction and Value Optimisation*: all innovation activities that lead to lower costs and/or higher revenues of offshore energy farms. The most important goals are: reduction of the LCoE of electricity, produced at sea with new installed installations by € 25 – 30 €, keeping the system costs and societal costs as low as possible, and reducing the labour input at sea by 50 %.
- 2 *Integrated Offshore Energy Systems*: all innovation activities that contribute to Better feed-in of renewable energy into the energy system. The most important goals are: complete integration of the production of integrated energy farms at sea (wind energy and other renewable energy) in the electricity system.
- 3 *Spatial, Environmental and Societal Integration*: all innovation activities that contribute to spatial and environmental integration of offshore energy or contribute to the realisation of other societal goals. The most important goals are: energy farms are circular, the state of under water nature is improved by at least 50 % and the impact of energy farms on the mortality of birds and bats is improved by innovative mitigating and compensating measures.

Apart from that, the innovation challenge of this MMIP lies in the creation of maximal participation of the Dutch enterprise sector in the realisation and operation of offshore energy farms. By means of innovations, their competitive position can be reinforced.

Relative to the MMIP (2019) we can distinguish a number of new subjects or subthemes:



### *Standardisation and Industrialisation*

This concerns all innovations which have to do with the standardisation of turbines and industrialisation of the production process of wind turbines and support structures.

### *Floating Offshore Wind & Alternatives for Deeper Water*

This concerns all innovations which have to do with all aspects of design, construction, and operation of floating wind turbines at sea and also bottom fixed alternatives for floating installations in deeper waters.

### *Human Capital:*

This concerns actions to solve the quantitative and qualitative shortage of qualified labour in the offshore energy sector.

The subthemes have been assessed on their contribution to the various goals. We have looked at the contribution to realising the MMIP-transition goals, the knowledge position of the Netherlands, the economic basis of the Netherlands, and the phase of market development in the areas concerned.

From the analysis of the subthemes and the scores on the criteria, a view arises that for the realisation of the entire set of goals innovation activities over a broad range are necessary.

Thereby we see the increasing importance of the subthemes under subprogram 2, Integrated Offshore Energy Systems, and the subthemes Net Positive Contribution to the Ecology and Circularity & Raw Materials under subprogram 3 (Spatial, Environmental and Societal Integration). The importance of Floating Solar under subprogram 1, Cost Reduction and Value Optimisation, is also increasing.

The increasing coherence between national energy infrastructures and the use of space shows that also the production of renewable energy and the innovation questions connected to that cannot exclusively be viewed from a national perspective (such as the Dutch Economic Zone). For offshore wind energy, this means that the North Sea must be seen as a single coherent ecosystem, spatial system, and energy system, and not as a patchwork of national systems.

For the success of the Energy transition, it is essential that the various MMIP's cooperate well. There is a large number of crossovers and "horizontal cutting" themes. These themes have been explicitly addressed in this MMIP and provided with action points on which collaboration will take place. Of special importance will be the collaboration between MMIP1 en MMIP13 (System integration), MMIP2 (Urban Energy), MMIP6 (Circularity), and the programs for Hydrogen (also connected to GroenvermogenNL), Digitalisation, Human Capital, and Societal Responsible Innovation (MVI). Apart from this the collaboration with the MMIP's Blue Growth and Sustainable and Safe North Sea under theme LWV (Land, Water, Food supply) is also important.



The MMIP runs until 2026, and within this period all kinds of developments can take place which cannot be foreseen at this moment. Flexibility in programming is therefore essential. The mission-driven character of this innovation program implies that the primary focus should be on giving direction on the mission goals on a higher level of abstraction (see par. 3.2 en 3.3.) and not on predetermining techniques that innovation should focus on.

A broad innovation program like this one requires the use of a broad set of instruments. This concerns not only the existing set of subsidy instruments for a broad range of TRL's. In the past years, we have gained experience with innovation in the field of ecology and system integration as ranking criteria within offshore wind energy tenders. The "Groeifonds" also implies an important extension of the number of instruments to stimulate innovation. More than in the past, depending on the type of innovation question concerned, a choice will have to be made about which instrument is the most efficient and effective.



# Inhoudsopgave

<b>Executive Summary</b>	<b>2</b>
<b>1 Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>2 Inleiding</b>	<b>10</b>
<b>3 Innovatieopgave</b>	<b>12</b>
3.1 Doelen MMIP1: bijdrage aan missie A	12
3.2 Doelen MMIP 2040	12
3.3 Economische doelen	13
3.4 Deelprogramma's onder het MMIP	13
3.5 Programmastructuur MMIP1	15
Deelprogramma 1 - Cost Reduction and Value Optimisation	15
Deelprogramma 2 - Integrated Offshore Energy Systems	15
Deelprogramma 3 - Spatial, Environmental and Societal Integration	15
<b>4 Innovatie-onderwerpen: uitwerking subthema's en Nederlandse inzet</b>	<b>19</b>
4.1 Toelichting op gevolgde methodologie	19
4.2 Overzichtspresentaties subthema's	19
<b>5 Nederlandse innovatie-activiteiten</b>	<b>30</b>
5.1 Aanpassingen t.o.v. MMIP 2019	31
5.2 Betekenis voor Nederlandse innovatie-inspanningen	33
<b>6 Samenhang op hoofdlijnen met andere MMIP's/ programma's</b>	<b>35</b>
<b>7 Stakeholders/ actoren</b>	<b>40</b>
<b>8 Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren</b>	<b>42</b>
8.1 Digitalisering	42
8.2 Maatschappelijk Verantwoord Innoveren (MVI)	43
8.3 Circulariteit	44
<b>9 Kennisdisseminatie, Leren en Communicatie.</b>	<b>46</b>
Inleiding	46
9.1 Kennisdisseminatie	46
9.2 Leren: Human Capital Agenda	46
9.3 Leren: Kennisplatforms	47
9.4 Communicatie	47
<b>10 Financiering/ instrumentering</b>	<b>49</b>
10.1 Subsidies	49



10.2 Samenwerking met GroenvermogenNL	50
10.3 Instrumentarium Wet wind op zee	51
10.4 Normering en andere voorwaarden	51
<b>11 Randvoorwaarden/ beleid</b>	<b>52</b>
<b>Bijlage 1: Fiches subthema's t.b.v. bepaling Nederlandse inzet</b>	<b>54</b>
1. Toelichting op gevolgde methodologie	54
2. Fiches subthema's	55



# 1 Samenvatting

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

Deze opgave vraagt duidelijke doelen en in de loop van het traject zullen we keuzes moeten maken hoe we de balans tussen alle belangen bewaren en toch de energievraag van een schoon antwoord kunnen voorzien.

Dit MMIP bevat concrete transitiedoelstellingen, deels kwantitatief, voor een groot aantal onderwerpen en, uiteraard, de innovatieopgave die daarbij hoort.

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

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

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

Ten opzichte van het MMIP (2019) is er sprake van een aantal nieuwe onderwerpen, of subthema's:



### *Standardisation and Industrialisation*

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

### *Floating Offshore Wind & Alternatives for Deeper Water*

Het betreft hier alle innovaties die te maken hebben met alle aspecten van ontwerp, aanleg en exploitatie van drijvende windturbines op zee, alsmede bottom fixed alternatieven voor drijvende installaties in diepere wateren.

### *Human Capital*

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

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

Uit de analyse van de subthema's en de scores op de criteria rijst een beeld op dat voor het realiseren van het geheel van de doelstellingen innovatie-activiteiten over een breed terrein noodzakelijk zijn. Daarbij is sprake van toenemend belang van de subthema's onder deelprogramma 2, Integrated Offshore Energy Systems en, de subthema's Net Positive Contribution to the Ecology en Circularity & Raw Materials onder deelprogramma 3 (Spatial, Environmental and Societal Integration). Ook Floating Solar onder deelprogramma 1, Cost Reduction and Value Optimisation, neemt in belang toe.

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

Voor het slagen van de Energietransitie is het essentieel dat de verschillende MMIP's goed samenwerken. Er is sprake van een groot aantal crossovers en doorsnijdende thema's. Die zijn in dit MMIP expliciet benoemd en voorzien van actiepunten waarop samengewerkt gaat worden. Het betreft dan vooral de samenwerking tussen MMIP1 en MMIP13 (Systeemintegratie), MMIP2 (Urban Energy), MMIP6 (Circulariteit), en de programma's voor Waterstof (waaronder ook GroenvermogenNL), Digitalisering, Human Capital en Maatschappelijk Verantwoord innoveren (MVI). Daarnaast is ook de samenwerking met de MMIP's Blue Growth en Duurzame en Veilige Noordzee onder thema LWV (Land, Water, Voedsel) van belang.

Het MMIP loopt tot 2026, en binnen deze periode kunnen allerlei ontwikkelingen plaatsvinden die nu nog niet te voorzien zijn. Flexibiliteit in de programmering is daarom





noodzakelijk. Het missiegedreven karakter van dit innovatieprogramma impliceert al dat het vooral gaat om richtinggeven op de missiedoelen op een hoger abstractieniveau (zie par. 3.2 en 3.3.), niet om het vooraf vastleggen van technieken waarop innovatie zich zou moeten richten.

Een dergelijk breed innovatieprogramma vergt inzet van een breed instrumentarium. Dat betreft niet alleen het bestaande subsidie-instrumentarium voor een brede range aan TRL's. De afgelopen jaren is ook ervaring opgedaan met innovatie op het terrein van ecologie en systeemintegratie als rangschikkingscriterium binnen de tenders voor windparken op zee. Ook het Groeifonds betekent een belangrijke uitbreiding van het aantal instrumenten om innovatie te bevorderen. Er zal dus - afhankelijk van het type innovatievraag - meer dan in het verleden een afweging moeten worden gemaakt welk instrument hiervoor het meest effectief en efficiënt is.



## 2 Inleiding

MMIP 1 “Hernieuwbare elektriciteit op zee” is gebaseerd op de missie: “Een volledig CO<sub>2</sub>-vrij elektriciteitssysteem in 2050”. Deze missie is afgeleid van de doelstellingen van het Klimaatakkoord om in 2030 de Nederlandse CO<sub>2</sub> uitstoot met 49% te reduceren en in 2050 met 95% ten opzichte van 1990. In het kader van het Europese “Fit for 55” initiatief is de doelstelling voor 2030 in de Klimaatwet verhoogd van 49 naar 55%. Beleidsmatig wordt gestreefd naar 60%.

In de Noordzee Energie Outlook<sup>1</sup> van het Ministerie van EZK is voor 2050 een behoefte aan tussen de 38 en 72 GW offshore windenergie voorzien.

Hiermee wordt niet alleen in een groot deel van de huidige elektriciteitsvraag voorzien, maar ook in de toekomstige verregaande elektrificatie van de maatschappij. Het bestaande energiebeleid is nu gericht op de ontwikkeling van 21 GW offshore windenergie (97 TWh) in 2030 (Aanvullende Routekaart Windenergie op zee 2030<sup>2</sup>), ca. 50 GW in 2040 en ca. 70 GW in 2050<sup>3</sup>.

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

Als concrete hoofddoelstelling voor dit MMIP geldt daarom het, door onderzoek en innovatie, mogelijk maken van de ontwikkeling van minimaal 21 GW (97 TWh) windenergie op zee in 2030 en minimaal ca 70 GW (ca 311 TWh) aan Hernieuwbare elektriciteit op zee in 2050, tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten: een enorme schaa sprong.

Voor MMIP1 betekent dit het adresseren van knelpunten en het creëren van voorwaarden voor het realiseren van deze missie. Het MMIP 1 geeft uitvoering aan het Missiegedreven innovatiebeleid gericht op alle innovatie die direct of indirect bijdraagt aan grootschalige opwek, opslag, conversie en transport van energie op zee. Daarbij worden de maatschappelijke missies centraal gesteld en gekoppeld aan het versterken van de Nederlandse concurrentiepositie en duurzame economische groei.

Dit MMIP richt zich vooral op offshore windenergie en de samenhangende infrastructuur, energieconversie (waterstof) en energieopslag. Ook offshore zonne-energie is onderdeel van het MMIP als optie voor de langere termijn en eventueel ook andere duurzame offshore energiebronnen. Offshore zonne-energie heeft in Nederland een groot potentieel en staat aan het begin van zijn ontwikkeling waarbij R&D zich vooral

---

1 Rapport Noordzee energie outlook | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

2 Kamerbrief over aanvullende routekaart windenergie op zee 2030 | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

3 Kamerbrief over windenergie op zee 2030-2050



richt op technische en economische haalbaarheid. Ook andere energiebronnen kunnen een rol spelen binnen het programma nadat het potentieel voor de Nederlandse energietransitie voldoende is aangetoond.

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

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



## 3 Innovatieopgave

### 3.1 Doelen MMIP1: bijdrage aan missie A

De innovatiedoelstellingen voor het MMIP vormen een afgeleide van de implementatiedoelen voor energieopwekking op zee, waaronder vooral windenergie op zee, maar ook nieuwe technologieën zoals drijvende zonneparken.

Innovatie draagt bij aan het adresseren van belangrijke knelpunten in de noodzakelijke schaa sprong voor de energieproductie. Daarnaast spelen ook internationale ontwikkelingen op het gebied van wetenschap en economie een rol.

We vatten de doelen voor het MMIP vooral op als “meta doelen”: ze geven richting aan het innovatieprogramma. Waar dat redelijkerwijs mogelijk was zijn de doelen “SMART” gemaakt.

Met inachtneming van het voorafgaande zien we de volgende doelen voor Offshore Energieparken<sup>4</sup> in het Nederlandse deel van de Noordzee in 2040/2050<sup>5</sup> waaraan innovatie kan bijdragen:

### 3.2 Doelen MMIP 2040

#### Transitiedoelen

- De ca 70 GW geïnstalleerd vermogen voor windenergie op zee uit de Kamerbrief windenergie op zee 2030-2050<sup>6</sup> is tenminste gerealiseerd. Dat geldt ook voor de bijbehorende aansluitende infrastructuur;
- De LCoE van op zee geproduceerde elektriciteit met nieuw geïnstalleerde installaties is gereduceerd tot €25-€30/MWh<sup>7</sup>;
- De systeemkosten en daarmee verband houdende maatschappelijke kosten worden zo laag mogelijk gehouden;
- De productie van de energieparken is volledig geïntegreerd in het energiesysteem door een hoge capaciteitsfactor en vormen van

---

4 We hanteren de term “Energieparken” i.p.v. “Windparken” omdat we ervan uitgaan dat op de termijn van het MMIP op de Noordzee ook gebruik zal worden gemaakt van Floating solar, waterstofproductie, energieopslag en eventueel andere technieken.

5 Om de hieronder genoemde doelstellingen voor 2050 tijdig gerealiseerd te krijgen zal daaraan voorafgaand al intensief geïnnoveerd moeten worden. De Europese Fit for 55 gaan uit van aanscherping van het ETS waardoor de emissies in de elektriciteitssector en energie-intensieve industrie in de gehele EU al in 2040 per saldo op nul uitkomen. Daarnaast noopt de huidige geopolitieke situatie tot versnelling. Daarom gaan wij ervan uit dat de hiervoor benodigde innovatie-inspanningen zo snel mogelijk, maar uiterlijk in 2040 gerealiseerd moeten zijn, niet in 2050. Zo zullen de effecten van die innovaties nog door kunnen werken in de periode tot 2050.

6 Kamerstuk 33.561, nr. 54, 16 september 2022.

7 In dit bedrag is geen rekening gehouden met evt. kostenverhogende effecten van de andere doelstellingen, zoals bijv. die voor circulariteit, systeemkosten etc.



energieconversie en -opslag en interconnectie; productieprofielen en verbruik sluiten optimaal op elkaar aan<sup>8</sup>;

- De inzet (per windturbine) van offshore personeel is tijdens de bouw- en operationele fase van de energieparken met tenminste 50% verminderd als gevolg van robotisering en digitalisering;
- De toestand van de onderwaternatuur in gebieden met energieparken is met tenminste 50% verbeterd door natuurversterkende maatregelen;
- De impact van energieparken op sterfte van vogels en vleermuizen is zoveel mogelijk beperkt door inzet van innovatieve mitigerende en compenserende maatregelen op zee en evt. op land;
- De energieparken worden emissievrij gerealiseerd en geëxploiteerd door emissievrij maken van transport;
- De energieparken bieden - indien de betrokken locaties daarvoor voldoende potentieel bieden - ruimte voor vormen van duurzaam medegebruik (zoals passieve visserij en aquacultuur);
- Energieparken zijn circulair, d.w.z. er wordt optimaal ingezet op Reduce (verminderen), Re-use (hergebruiken), Repair, Refurbish, Remanufacture en Repurpose (repareren, opknappen, reviseren en hergebruiken), Recycling;
- Er zijn oplossingen ontwikkeld voor schaarste aan materialen, zoals bijvoorbeeld zeldzame aardmetalen;
- De herkomst van gebruikte materialen is bekend en voldoet zoveel mogelijk aan de IMVO eisen;
- Windparken zijn veilig en robuust, zowel voor het personeel (tenminste voldoen aan eisen ILO) als qua cybersecurity en fysieke beveiliging van installaties tegen externe dreigingen.

### 3.3 Economische doelen

De in Nederland gevestigde offshore energiesector heeft de volgende eigenschappen:

- De offshore energiesector heeft een sterke concurrentiepositie, zowel in het Nederlandse deel van de Noordzee als internationaal; deze positie is gebaseerd op een sterke kennisbasis binnen bedrijven en kennisinstellingen, en op economisch krachtige bedrijven;
- De offshore energiesector is een aantrekkelijke werkgever. Dit blijkt uit een relatieve groei van het aantal Nederlandse werknemers.
- De sector investeert zowel in incrementele als disruptieve innovatie om op lange termijn voldoende weerbaar te zijn.

### 3.4 Deelprogramma's onder het MMIP

Het huidige MMIP (2019) kent de volgende deelprogramma's:

---

<sup>8</sup> Randvoorwaarde voor een succesvolle opschaling van elektriciteitsproductie op zee is dat de directe en indirecte elektrificatie van energiegebruik, met name in de industrie, hiermee gelijke tred houdt.



- Kostenreductie en optimalisatie
- Integratie in het energiesysteem
- Integratie in de omgeving (ecologie en multi-use)

De deelprogramma's adresseren de knelpunten in de route naar de doelstellingen van het programma. Ze sluiten nog steeds goed aan bij de hiervoor genoemde doelen en wij zien ze dan ook voor de komende jaren als de relevante thema's.

Het MMIP richt zich met deze deelprogramma's op technische, sociale, ruimtelijke, ecologische, economische en institutionele vraagstukken op alle TRL's (Technology Readiness Levels). Voor de korte termijn (resultaten binnen 5 jaar) ligt de nadruk vooral op het beschikbaar krijgen van slimme incrementele innovaties voor versnelling, integratie in omgeving en veiligheid. Voor de middellange en lange termijn (resultaten beschikbaar in de periode tot 2040) zijn ook grotere, meer radicale innovaties nodig voor verdere kostenreductie en de inpasbaarheid in het energiesysteem en omgeving, zoals het verhogen van de capaciteitsfactoren van windparken, standaardisatie en industrialisatie, nieuwe fundatietechnologie, digitalisering en robotisering van installatie en onderhoud.

In een recent rapport<sup>9</sup> heeft het Copernicusinstituut gewezen op de risico's voor de Nederlandse offshore windsector van lock-in in de huidige fixed bottom fundatietechnologie en de noodzaak met te investeren in innovatie in disruptieve technieken.

Voor de langere termijn (technologie op grote schaal beschikbaar na 2030) is het daarom zaak dat onderzoek wordt gestimuleerd naar meer disruptieve innovaties, zoals off-grid windparken (in samenhang met bijvoorbeeld offshore waterstofproductie), Floating offshore wind, Floating offshore solar. Ocean Energy (zoals golf- en getijdenenergie) vormt vooralsnog – in afwachting van nader onderzoek naar o.m. het potentieel - geen onderdeel van het MMIP<sup>10</sup>.

---

9 <https://www.uu.nl/sites/default/files/geo-sd-reports-Offshore-renewable-energy-threats-and-opportunitiesin-the-post-2030-Netherlands--RVO-Resiliency-Slide-Deck-Final.pdf>

10 Zie kamerbrief "Verkenning elektriciteit uit water".

<https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/kamerstukken/2021/03/30/kamerbriefover-verkenning-elektriciteit-uit-water/verkenning-elektriciteit-uit-water.pdf>



### 3.5 Programmastructuur MMIP1

De deelprogramma's worden nader uitgewerkt in de volgende programmastructuur met subthema's (\*: nieuw t.o.v. MMIP uit 2019):

#### Deelprogramma 1 - Cost Reduction and Value Optimisation

- 1.1. Zero Breakdown & Robotisation
- 1.2. Optimal Energy Farm Design
- 1.3. Balance of Plant Optimisation
- 1.4. Standardisation and Industrialisation\*
- 1.5. Wind Turbine Technologies
- 1.6. Floating Solar
- 1.7. Floating Offshore Wind Farms and Alternatives for Deeper Water\*

#### Deelprogramma 2 - Integrated Offshore Energy Systems

- 2.1. Market system
- 2.2. Offshore Energy Infrastructures
- 2.3. Flexibility Solutions
- 2.4. Energy Islands

#### Deelprogramma 3 - Spatial, Environmental and Societal Integration

- 3.1. Net Positive Contribution to the Ecology
- 3.2. Multi-use Offshore Energy Farms
- 3.3. Zero Emission Transport Offshore Energy Farms
- 3.4. Circularity & Raw Materials
- 3.5. Human Capital\*

Ten opzichte van het MMIP uit 2019 zijn (afgezien van redactionele aanpassingen in de benaming van een aantal subthema's) de volgende wijzigingen in de subthema's aangebracht. Volledig nieuwe subthema's zijn:

- Standardisation and Industrialisation of the supply chain
- Floating Offshore Wind Farms and Alternatives for Deeper Water
- Human Capital

In paragraaf 5.1 wordt de keuze van deze nieuwe subthema's toegelicht.

Daarnaast is een aantal bestaande subthema's ondergebracht onder nieuw gedefinieerde subthema's:



- Offshore Wind on Demand is opgenomen onder Flexibility Solutions
- Off grid Offshore Wind Farms is opgenomen onder Energy Islands
- Zero Emission Circular Offshore Wind Farms is gesplitst in Zero Emission Transport Offshore Wind Farms en Circularity & Raw Materials
- Alle innovaties die te maken hebben met componenten van turbines en andere wind-energietechnieken zijn ondergebracht onder een nieuw subthema Wind Turbine Technologies.

Op deze wijze is een programmastructuur gecreëerd die:

- Goed aansluit bij de innovatie-uitdagingen die nu en in komende jaren internationaal en nationaal aan de orde zijn en waarschijnlijk gedurende een langere periode kan worden gebruikt
- Goed aansluit bij belangrijke markttrends
- Goed aansluit bij de Missie en MMIP1- doelen voor 2040
- Een werkbaar kader biedt voor nadere prioritering van onderwerpen

In onderstaande tabel is de aansluiting tussen de MMIP-doelen en de deelprogramma's en onderliggende subthema's weergegeven.

Tabel 1 - Koppeling doelen MMIP1 2022 voor 2040 aan (sub)thema's

MMIP-doel 2040/2050	Deelprogramma	Subthema
<b>De geplande geïnstalleerde volumes uit het hoogste scenario voor 2050 uit de North Sea Energy Outlook (72 GW) zijn tenminste gerealiseerd; dat geldt ook voor de bijbehorende aansluitende infrastructuur.</b>	Alle deelprogramma's	Alle subthema's binnen deelprogramma's
<b>De LCoE van op zee geproduceerde elektriciteit met nieuw geïnstalleerde installaties is gereduceerd tot €25-€30/MWh.;</b>	Cost Reduction & Value Optimisation	Alle subthema's binnen dit deelprogramma
<b>De productie van de energieparken is volledig geïntegreerd in het energiesysteem door een hoge capaciteitsfactor en vormen van energieconversie en -opslag en interconnectie; productieprofielen sluiten</b>	Integrated Offshore Energy systems  Cost Reduction and Value Optimisation	Alle subthema's binnen dit deelprogramma  Zero Breakdown & Robotisation; Optimal Energy Farm Design Wind Turbine Technologies





<b>optimaal aan op het verbruik e.o.<sup>11</sup>;</b>		
<b>De systeemkosten en maatschappelijke kosten worden zo laag mogelijk gehouden;</b>	Alle deelprogramma's	Alle subthema's binnen deelprogramma's
<b>De inzet van offshore personeel (per turbine) is tijdens de bouw- en operationele fase van de energieparken met tenminste 50% verminderd als gevolg van robotisering en digitalisering;</b>	Cost Reduction & Value Optimisation	Zero Breakdown & Robotisation Wind Turbine Technologies
<b>De toestand van de onderwaternatuur in gebieden met energieparken is met tenminste 50% verbeterd door natuurversterkende maatregelen;</b>	Spatial, Environmental and Societal Integration	Net Positive Contribution to the Ecology
<b>De energieparken bieden indien de locaties daarvoor voldoende potentieel bieden ruimte voor vormen van medegebruik (passieve visserij en aquacultuur);</b>	Spatial, Environmental and Societal Integration	Multi-use of Offshore wind farms
<b>De impact van energieparken op sterfte van vogels is zoveel mogelijk beperkt door inzet van innovatieve mitigerende en compenserende maatregelen;</b>	Spatial, Environmental and Societal Integration	Net Positive Contribution to the Ecology
<b>De energieparken worden emissievrij gerealiseerd en geëxploiteerd;</b>	Spatial, Environmental and Societal Integration	Zero Emission Transport Offshore Wind Farms
<b>Energieparken zijn circulair. De herkomst van gebruikte materialen is bekend en voldoet zoveel mogelijk aan de IMVO eisen.</b>	Spatial, Environmental and Societal Integration	Circular Offshore wind Farms & Raw Materials

11 Randvoorwaarde voor een succesvolle opschaling van elektriciteitsproductie op zee is dat de directe en indirecte elektrificatie van energiegebruik, met name in de industrie, hiermee gelijke tred houdt.



**Windparken zijn veilig, zowel voor het personeel als qua cybersecurity.**

Cost Reduction & Value Optimisation

Zero Breakdown & Robotisation



## 4 Innovatie-onderwerpen: uitwerking subthema's en Nederlandse inzet

### 4.1 Toelichting op gevolgde methodologie

Er zijn fiches gemaakt met een compacte beschrijving van alle subthema's, die aanknopingspunten bieden voor een assessment van de verschillende subthema's op een aantal criteria.

We hebben gekeken hoe we dit assessment bij het MMIP1 op een systematische, zo objectief mogelijke manier kunnen vormgeven. Dat kan volgens ons door voor elk subthema in de TKI-programmastructuur de volgende vragen te beantwoorden:

1. Draagt het subthema bij aan de MMIP-doelstellingen?
2. Beschikt Nederland over een voldoende kennisbasis bij bedrijven en kennisinstellingen op dit onderwerp?
3. Beschikt Nederland over een voldoende economische basis voor levering van producten en diensten op het Nederlandse deel van de Noordzee? D.w.z. hebben we bedrijven van voldoende omvang en economische kracht om op het betrokken subthema actief te zijn (of te worden) op het Nederlandse deel van de Noordzee?
4. Beschikt Nederland over een voldoende economische basis voor levering van producten en diensten op buitenlandse markten? D.w.z. hebben we bedrijven van voldoende omvang en economische kracht om op het betrokken subthema in het buitenland (buiten de Nederlandse Economisch Zone) actief te zijn (of te worden)?
5. Heeft het subthema betrekking op een volwassen markt of op een onvolwassen "infant market" (met nog niet ver ontwikkelde incrementele of evt. volledig disruptieve technologie)?

In Bijlage 1 zijn deze fiches uitgewerkt. In hoofdstuk 5 wordt op basis van deze fiches uitgewerkt wat de optimale Nederlandse innovatie-inzet zou kunnen zijn.

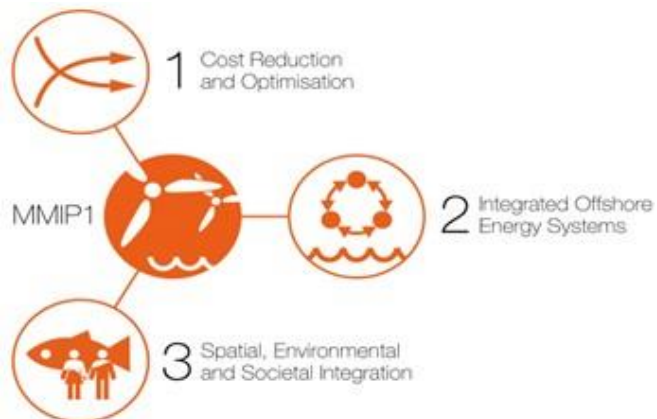
### 4.2 Overzichtspresentaties subthema's

In onderstaande paragraaf wordt een aantal grafische overzichtspresentaties van deze subthema's gepresenteerd:

- In figuur 1 is de programmastructuur van het MMIP grafisch weergegeven.
- In figuur 2 is weergegeven welke deelprogramma's en/of subthema's bijdragen aan de verschillende doelen van het MMIP.
- In figuur 3 is de mate van marktvolwassenheid van de verschillende subthema's grafisch gepresenteerd.



Figuur 1: Programmastructuur van het MMIP



### 1. Cost Reduction and Optimisation



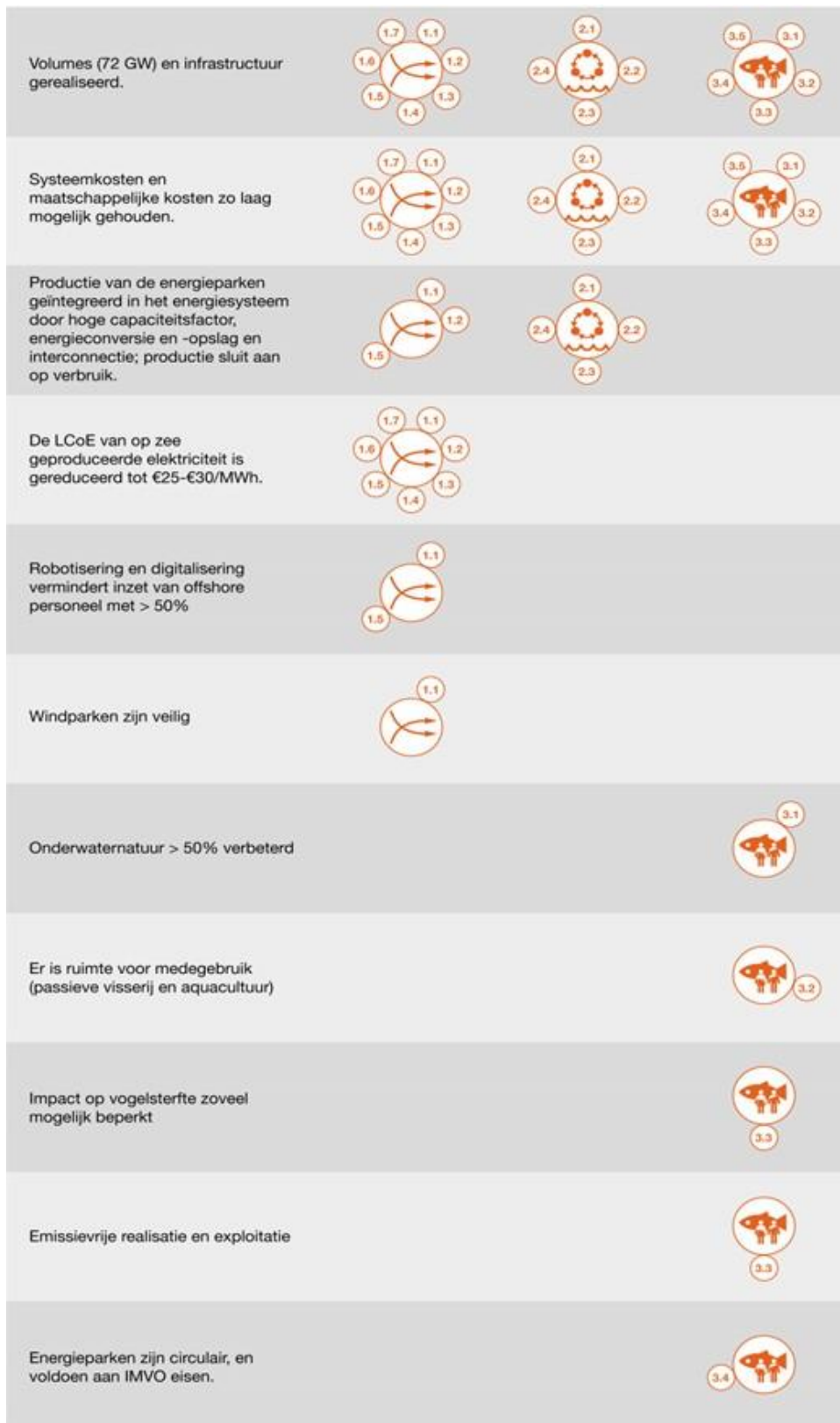
### 2. Integrated Offshore Energy Systems



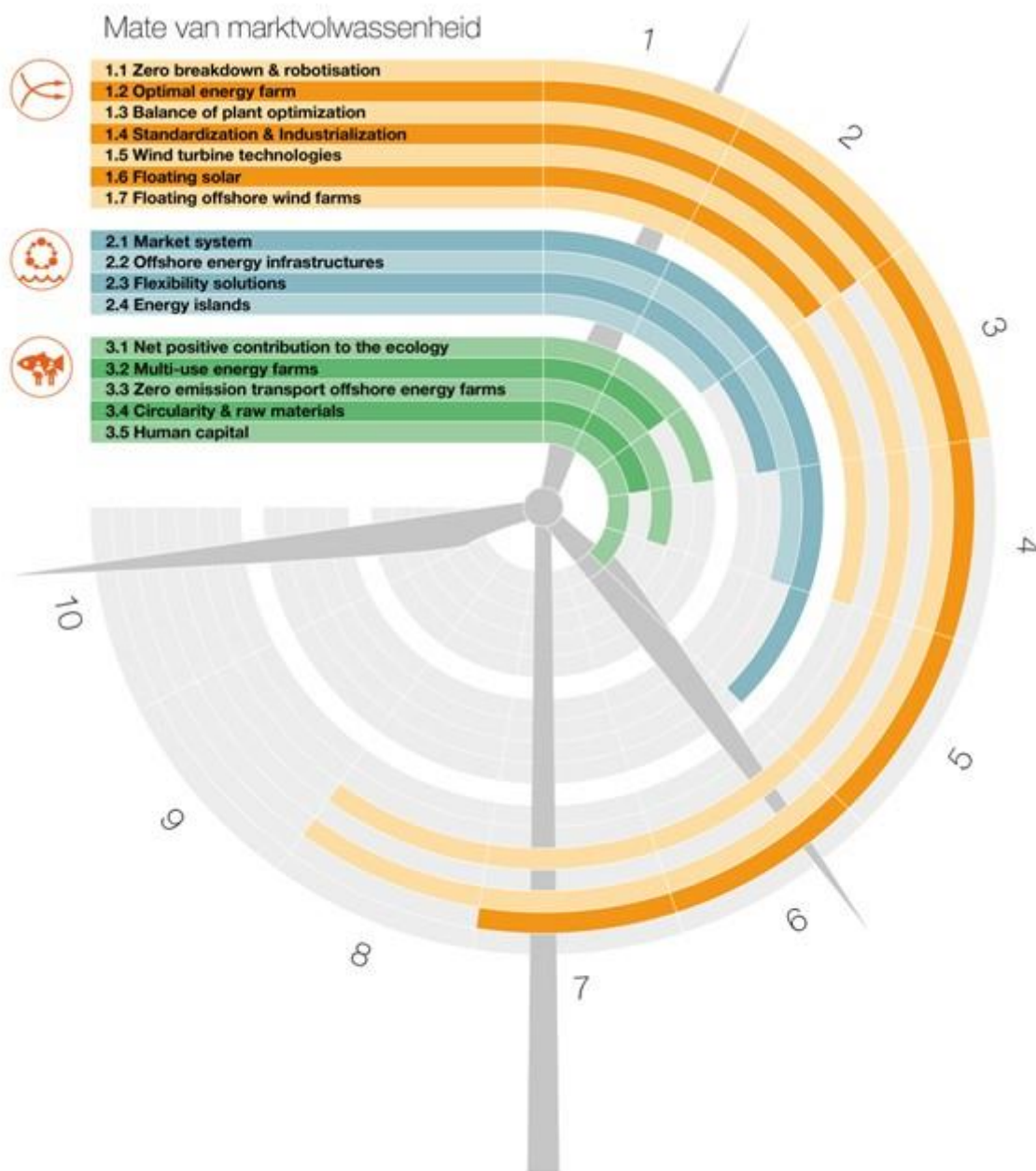
### 3. Spatial, Environmental and Societal Integration



Figuur 2: Bijdrage deelprogramma's en/of subthema's aan doelen MMIP



Figuur 3: mate van marktvolwassenheid van de subthema's



In tabel 2 zijn de belangrijkste aspecten van de subthema's/fiches gecomprimeerd weergegeven in overzichten per deelprogramma.



Tabel 2: Samenvattende tabel MMIP1 - Deelprogramma 1

<b>A. Missie</b>	<b>Doel Missie A: Een volledig CO2-vrij elektriciteitssysteem in 2050</b>							
B. MMIP (wat is er nodig voor missie bereik?)	Doel MMIP1: Het door onderzoek en innovatie mogelijk maken van de ontwikkeling van 21 GW (97 TWh) of meer aan windenergie op zee in 2030 en tussen de 35 GW (150 TWh) en 75 GW (320 TWh) aan Hernieuwbare elektriciteit op zee in 2050, tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten.			MMIP2				
C. Deel programma (wat is er nodig voor MMIP-bereik?)	1. Cost Reduction & Value Optimisation	2. Integrated Offshore Energy Systems	3. Spatial, Environmental & Societal Integration	1 Enablers en breed toepasbare innovaties op het gebied van technologie (zon en wind)	2a Zonnestroom systemen in de gebouwde omgeving	2b Zonnestroomsystemen in het buitengebied	2c Windparken in het buitengebied	2d Overige opties voor opwekking op land en in de gebouwde omgeving
Deelprogramma	Cost Reduction & Value Optimisation							
D. Onderwerpen (wat is nodig voor deel programma-bereik?)	1.1.Zero Breakdown & Robotisation	1.2.Optimal Energy Farm Design	1.3.Balance of Plant Optimisation	1.4.Standardisation & Industrialisation	1.5.Wind Turbine Technologies	1.6.Offshore Floating Solar	1.7. Floating Offshore Wind & Alternatives for Deeper Water	
E. Nederlandse inzet	H	H	H	H	L	M	M	
F. Doelstelling voor subdeelprogramma (voor periode 2023-2026 , tenzij anders vermeld)	Demonstratie van de technologieën die nodig zijn om tot een windpark te komen dat geen aanwezigheid op locatie vereist.	Ontwerp van energie parken waarin meerdere vormen van energieopwekking en - opslag zijn geïntegreerd, en waarin de kosten, ecologische en ruimtelijke inpassing zijn geoptimaliseerd.	Ontwikkelen en demonstreren van innovaties die transport, installatie en decommissioning efficiënter en sneller maken.	Verbeteren inzicht in voordelen en randvoorwaarden voor standaardisatie en industrialisatie. Ontwikkelen en demonstreren van innovaties die bijdragen aan standaardisatie, circulariteit en arbeidsbesparend onderhoud.	Zie onder 1.4	Een demonstratie van minimaal 100 MWp floating solar op de Noordzee voor 2030. Een gefundeerde inschatting van de verwachte kostprijs en ecologische effecten bij grootschalige opschaling binnen windparken. Innovaties die bijdragen aan een kostenniveau van rond de €200 per MWh. (opmerking: Dit op basis van de inschatting die TNO begin februari heeft gemaakt van de kostenontwikkeling van floating solar. Bij 100 MWp is dat tussen de 180 en 250 €/MWh.	Demonstratie van specifieke technologieën die essentieel zijn voor floating wind; zoals innovatieve floaters, turbines, mooring en anchoring, substations  Een ontwerp voor een totaal systeem, waarin kosten zijn geminimaliseerd.	

<p>G. Nederlandse activiteiten</p>	<p>Speerpunten/ kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welke inspectie en onderhoudstaken kunnen gerobotiseerd en/of geautomatiseerd worden? Welke aanpassingen in regelgeving zijn noodzakelijk?</li> <li>• Wat is nodig voor ontwikkeling self healing/self repairing turbines?</li> <li>• Welke (robot) technologie moet daarvoor ontwikkeld worden?</li> <li>• Wat voor impact heeft robotisering en automatisering op het ontwerp en het bedrijf van de windturbine en het windpark?</li> <li>• Wat voor impact hebben mogelijke 'resident' drones op het ontwerp en het bedrijf van de windturbine en het windpark?</li> <li>• Mogelijkheden combinatie onderwater-monitoring offshore wind installaties met monitoring ecologie en aquacultuur?</li> </ul>	<p>Speerpunten/ kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat is de impact van koppeling aan waterstof-productie en offshore solar op het ontwerp van windparken?</li> <li>• Hoe kan de capaciteitsfactor worden verhoogd, vooral bij lage windsnelheden?</li> <li>• Hoe kan de supply chain worden geoptimaliseerd?</li> <li>• Hoe kunnen zog-effecten binnen en tussen windparken worden geoptimaliseerd?</li> </ul>	<p>Speerpunten/ Kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovaties zullen zich met name richten op het optimaliseren van het installatieproces: meer onderdelen per schip, eenvoudigere en dus snellere installatie, kleinere schepen, etc.</li> <li>• Versnelling installatietempo is essentieel. Digitalisering en robotisering is daarbij relevant</li> <li>• Verbeteren werkbaarheid door ontwikkelen innovatieve bewegingscompensatie systemen</li> <li>• Ontwikkelen slimme installatieconcepten</li> <li>• Innovaties in port infrastructure en logistiek</li> <li>• Stimuleren ontwerp van fundatie en toren voor snelle off-shore assemblage</li> <li>• Ontwikkelen technologie voor snelle en volledige ontmanteling van windparken</li> <li>• Geluidsreductie bij installatie-proces is essentieel om binnen ecologische randvoorwaarden te blijven.</li> </ul>	<p>Speerpunten/ kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoe kan een windturbine zo worden ontworpen dat installatie en onderhoud sneller en makkelijker kan?</li> <li>• Welke rol speelt modulair ontwerp hierbij?</li> <li>• Welke kostenreducties zijn hiermee mogelijk?</li> <li>• Op welke wijze kan standaardisatie bijdragen aan circulariteit?</li> <li>• Hoe kan standaardisatie leiden tot optimalisering levensduur windparken?</li> <li>• Hoe kan de windsector de transitie naar standaardisatie/ industrialisatie vormgeven?</li> </ul>	<p>Speerpunten/ kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat voor impact heeft de voorziene ontwikkeling van de windturbine markt op het ontwerp? Modulair ontwerp als voorbeeld van industrialisatie kan bijvoorbeeld tot leiden deelbare bladen.</li> <li>• Wat is de impact van robotisering en automatisering op het turbine-ontwerp? (en omgekeerd)</li> <li>• Welke kennisbasis is noodzakelijk om onderhoudsfunctie goed in te vullen?</li> </ul>	<p>Speerpunten/ kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grottere pilots/demonstraties op de Noordzee zijn noodzakelijk. Wat is de impact van offshore condities op de opbrengst en kosten?</li> <li>• Hoe te zorgen voor een stabiele technologie inclusief goed onderhoud?</li> <li>• De kosten van offshore solar zullen nog sterk naar beneden moeten voor een positieve business case. Opschaling is hiervoor van groot belang, bijvoorbeeld i.k.v. tenders wind op zee</li> <li>• Hoe fouling te voorkomen/verwijderen?</li> <li>• Welke soorten floaters en mooring systemen zijn het meest kosten efficiënt?</li> </ul>	<p>Speerpunten/ kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoe kan een geoptimaliseerd, integraal ontwerp van floaters en turbine zorgen voor een verdere kostenverlaging en opbrengstverhoging?</li> <li>• Wat voor soort regelstrategieën zijn nodig voor een optimale operatie van Floating windturbines en parken?</li> <li>• Welke mooring and anchoring technieken zijn optimaal, in combinatie met welke onderhoud strategieën, zijn nodig voor een stabiele operatie?</li> </ul>
------------------------------------	--	--	--	--	---	--	---



- |  |   |  |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Verruiming testmogelijkheden voor innovaties?</li></ul> |  |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|--|

Tabel 2: Samenvattende tabel MMIP1 - Deelprogramma 2

<b>A. Missie</b>	<b>Doel Missie A: Een volledig CO2-vrij elektriciteitssysteem in 2050</b>							
B. MMIP (wat is er nodig voor missiebereik?)	Doel MMIP1: Het door onderzoek en innovatie mogelijk maken van de ontwikkeling van 21 GW (97 TWh) of meer aan windenergie op zee in 2030 en tussen de 35 GW (150 TWh) en 75 GW (320 TWh) aan Hernieuwbare elektriciteit op zee in 2050, tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten.			MMIP2				
C. Deelprogramma (wat is er nodig voor MMIP-bereik?)	1. Cost Reduction & Value Optimisation	2. Integrated Offshore Energy Systems	3. Spatial, Environmental & Societal Integration	1 Enablers en breed toepasbare innovaties op het gebied van technologie (zon en wind)	2a Zonnestroom systemen in de gebouwde omgeving	2b Zonnestroomsystemen in het buitengebied	2c Windparken in het buitengebied	2d Overige opties voor opwekking op land en in de gebouwde omgeving
Deelprogramma	Integrated Offshore Energy Systems							
D. Onderwerpen (wat is er nodig voor deelprogrammabereik?)	2.1. Market system		2.2. Offshore Energy Infrastructures	2.3. Flexibility Solutions		2.4. Energy Islands		
E. Nederlandse inzet	M		H	H		M		
F. Doelstelling voor subdeelprogramma (voor periode 2023-2026, tenzij anders vermeld)	1) Inventarisatie van nieuwe markten, businesscases die ontstaan als gevolg van de energietransitie. 2) Uitwerken van de geïdentificeerde nieuwe businessmodellen. 3) Het ontwikkelen en demonstreren van oplossingen voor de bijbehorende technische uitdagingen voor energiewinning op zee zoals op het vlak van windparkregeling en hybride powerplant regeling.		Inventarisatie, ontwikkeling en demonstratie van systemen voor de koppeling tussen wind op zee, zon op zee of op land, waterstofproductie en de infrastructuur die daarvoor nodig is.	Ontwikkeling, demonstratie en industrialisatie van oplossingen voor conversie en opslag van elektriciteit waarmee vraag en aanbod bij elkaar worden gebracht.		Ontwerp voor een energie-eiland gebaseerd op onderzoek naar de onderliggende thema's zoals de integratie van wind, zon, opslag en conversie, interconnectie en multi-use door andere functies, waarbij de balans tussen deze functies onderling en de kosten is geoptimaliseerd. Zie ook subthema 2.2.		
G. Nederlandse activiteiten	Speerpunten/kennisvragen <ul style="list-style-type: none"> <li>Welke nieuwe markten en businessmodellen komen op met de energietransitie?</li> <li>Welke technische uitdagingen horen daarbij, zoals op het vlak van windparkregeling en hybride power plant regeling?</li> </ul>		Speerpunten/kennisvragen <ul style="list-style-type: none"> <li>Koppeling tussen verschillende energieopwek en opslagsystemen (wind, waterstof, solar etc.) zal essentieel zijn en daarvoor moeten de technische barrières</li> </ul>	Speerpunten/kennisvragen <ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwikkeling en industrialisatie van systemen voor offshore conversie van elektriciteit naar andere energiedragers.</li> <li>Ontwikkeling en industrialisatie van systemen voor offshore opslag van elektriciteit en andere energiedragers.</li> </ul>		Speerpunten/kennisvragen <ul style="list-style-type: none"> <li>Integratie wind- zon en evt. andere energie en energieopslag</li> <li>De belangrijkste vraagstukken zullen voornamelijk gaan over de functionaliteit van het energie-eiland met het oog op sectorkoppeling: elektriciteitsoverslagstation? Waterstofproductieplatform? etc.</li> <li>Nader onderzoek naar potenties multifunctionaliteit eiland (andere functies dan energie zoals bijv. visserij,</li> </ul>		

worden geslecht. Dit geldt zowel offshore als onshore.

- Dit geeft input aan een financiële analyse op basis waarvan een energie-infrastructuur kan worden bepaald. Bijv. offshore elektrolyse binnen een windturbine, offshore elektrolyse op een transformator station, onshore elektrolyse, etc.
- Hierbij wordt de netto capaciteitsfactor van offshore energieparken sterk verhoogd; energieparken bestaan dan mogelijk uit verschillende opwekking technologieën, conversie en opslag van energie.

- Alleen kijkend naar de op zee gegenereerde wind elektriciteit zullen de innovaties met name in windparkregelingen zitten om de flexibele vraag beter te matchen met het flexibele aanbod.
- Daarnaast zullen er innovaties zijn in de koppeling van de sectoren (sterk samenhangend met fiche 2.1 en 2.2).
- Ook hierbij zullen regelingen (hybride power plant controllers en energie managementsystemen) een belangrijke rol spelen.

natuurversterking e.d.). Ook 'hotelfunctie" t.b.v. gebruikersfuncties op zee. Welke verbindingen zullen er zijn met welke windparken en hoe is de connectie met land? Dit geldt zowel binnen als buiten de landsgrenzen van NL.

- Daarnaast zal een energie-eiland innovaties op het gebied van onderhoud een enorme boost geven.

Tabel 2: Samenvattende tabel MMIP1 - Deelprogramma 3

A. Missie	Doel Missie A: Een volledig CO2-vrij elektriciteitssysteem in 2050							
B. MMIP (wat is er nodig voor missiebereik?)	Doel MMIP1: Het door onderzoek en innovatie mogelijk maken van de ontwikkeling van 21 GW (97 TWh) of meer aan windenergie op zee in 2030 en tussen de 35 GW (150 TWh) en 75 GW (320 TWh) aan Hernieuwbare elektriciteit op zee in 2050, tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten.			MMIP2				
C. Deelprogramma (wat is er nodig voor MMIP-bereik?)	1 Cost Reduction & Value Optimisation	2 Integrated Offshore Energy Systems	3 Spatial, Environmental & Societal Integration	1 Enablers en breed toepasbare innovaties op het gebied van technologie (zon en wind)	2a Zonnestroom systemen in de gebouwde omgeving	2b Zonnestroomsystemen in het buitengebied	2c Windparken in het buitengebied	2d Overige opties voor opwekking op land en in de gebouwde omgeving
Deelprogramma	Spatial, Environmental & Societal Integration							
D. Onderwerpen (wat is er nodig voor deelprogrammabereik?)	3.1. Net Positive Contribution to the Ecology	3.2. Multi-use Offshore Wind Farm	3.3. Zero Emission Transport Offshore Wind Farms	3.4. Circularity and Raw Materials		3.5. Human Capital		
E. Nederlandse inzet	H	M	M	H		M		
F. Doelstelling voor subdeelprogramma (voor periode 2023-2026, tenzij anders vermeld)	Ontwikkeling en demonstratie van zowel mitigerende als compenserende maatregelen waardoor het mogelijk wordt om in totaal een netto positieve contributie aan de ecologie te leveren.	Ten minste één pilot waarin medegebruik van een windpark, met directe betrokkenheid van het windpark, wordt gedemonstreerd.	Ontwikkeling en demonstratie (voor 2030) van een groter installatieschip dat zonder uitstoot kan varen.	Ontwikkeling en demonstratie van circulaire bladen; Ontwikkeling en demonstratie voor 2030 van substantiële beperking van het gebruik, of vervanging, van schaarse materialen (zoals zeldzame aardmetalen) of materialen waarbij risico's op het gebied van mensenrechten worden gelopen, die in windturbines of balance of plant componenten worden gebruikt.		Verdere ontwikkeling van fieldlabs, learning communities met onderwijs- en onderzoeksinstellingen en bedrijfsleven. Het ontwikkelen van arbeidsbesparende innovaties in de gehele life cycle van het offshore energiepark op basis van onderzoek dat in 2023 plaatsvindt.		
G. Nederlandse activiteiten	<p>Speerpunten/kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Onderzoek naar mogelijkheden om m.b.v. digitale technieken met sensing en prediction beter real time inzicht te krijgen in (vogel)migratiestromen.</li> <li>Ontwikkeling en demonstratie van oplossingen voor mitigatie van negatieve</li> </ul>	<p>Speerpunten/kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwikkelen Offshore multi use pilots waarin samenwerking tussen windpark en andere gebruikers (visserij, aquacultuur) wordt gedemonstreerd.</li> </ul>	<p>Speerpunten/kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verkleining o.m. CO2 footprint windparken door zero emissie transport</li> <li>Vooraf innovatie nodig om grotere installatieschepen zero emissie te maken. Kleinere schepen voor vervoer personen kan nu al.</li> <li>Vormgeving laadinfrastructuur voor zero emissieschepen.</li> </ul>	<p>Speerpunten/kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Circulaire bladen. Ontwikkeling herbruikbare composieten voor bladen.</li> <li>Modulair ontwerpen t.b.v. re-manufacturing componenten</li> <li>Circulariteit als grondbeginsel bij bladontwerp en het aero-elastische gedrag daarvan.</li> <li>Vermindering gebruik zeldzame aardmetalen in turbine en betere recycling daarvan. Ontwikkeling</li> </ul>		<p>Speerpunten/kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Het veiliger maken van het werken in offshore windparken (zie ook subthema 1.1.) het ontwikkelen van expertise op afstand (zie ook subthema 1.1.)</li> <li>Het opleiden van voldoende personeel, doorontwikkelingsmogelijkheden voor werknemers</li> <li>Het aantrekkelijker maken van offshore windsector voor toetreders tot arbeidsmarkt. (offshore</li> </ul>		

	<p>effecten op ecologie en versterken van positieve interactie met ecologie.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Wat is de impact van offshore wind op de ecologie?</li><li>• Hoe te transformeren van het minimaliseren van de impact van offshore wind naar het optimaliseren van co-existentie?</li><li>• Welke natuur inclusieve ontwerpcriteria (Nature Inclusive Design NID) kunnen worden gedefinieerd?</li></ul>			<p>alternatieven voor zeldzame aardmetalen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Circulaire magneten in turbines</li><li>• Relatie tussen circulariteit en levensduurverlenging.</li><li>• Onderzoek over hoe er met ICT een materialenpaspoort kan worden bijgehouden voor monitoring materiaalstromen in windparken (Carbon tracking)</li><li>• .</li></ul>	<p>windactiviteiten beschouwen vanuit menselijk perspectief: zee deining, overstap van CTV naar monopile, werken op hoogte etc. zie ook subthema 1.1.)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Verdere ontwikkeling fieldlabs, learning communities met onderwijsinstellingen en onderzoeksinstellingen, vergroting aantal stageplaatsen</li></ul>
--	--	--	--	---	--

## 5 Nederlandse innovatie-activiteiten

In onderstaande tabel zijn de scores van de subthema's op de belangrijkste criteria in de fiches in bijlage 1 samengevat.

Tabel 3: Samenvatting scores op criteria

### Bestaande subthema's

\*\_\*\_

Subthema	Markt-ontwikkeling (mate van marktrijpheid)	Kennis-positie	Economische positie/potentieel	Bijdrage MMIP doelstelling	Totaalbeeld
Zero breakdown & robotisation	L	H	H	H	H
Optimal energy farm design	Wind: H Waterstof/Solar: L	H	H	H	H
Balance of plant Optimisation	H	H	H	H	H
Windturbine technologies	H	M	L	M	L
Floating solar	L	H	M	M	M
Market system	M	H	M	M	M
Offshore energy structures	Wind: H Waterstof: L	H	H	H	H
Flexibility solutions	L	H	H	H	H
Energy islands	L	H	H	M	M
Net positive contribution to ecology	L	H	M	H	H



<b>Multi-use offshore wind farms</b>	L	H	M	M	M
<b>Zero emission transport offshore energy farms</b>	M	H	H	M	M
<b>Circularity and raw materials</b>	L	H	M	H	H

**Nieuwe subthema's**

<b>Standardisation &amp; industrialisation</b>	L	H	H	H	H
<b>Floating offshore wind</b>	M	H	H	M	M
<b>Human capital</b>	n.v.t.	M	M	H	M

Legenda:

H: Hoog

M: Midden

L: Laag

In par 5.1 worden de aanpassingen toegelicht, met name de toegevoegde nieuwe subthema's. zie hieronder de geiupdate tekst van deze paragraaf.

Uit de beoordelingen in de fiches, samengevat in tabel 3, blijkt dat veel van de hier beschreven subthema's een substantiële bijdrage kunnen leveren aan het realiseren van de in par. 3.1. Vermelde MMIP-doelstellingen. Bij sommige ligt het accent meer op de transitiedoelstellingen, bij andere meer op de economische doelstellingen.

## 5.1 Aanpassingen t.o.v. MMIP 2019

Wij zien de volgende belangrijke aanpassingen ten opzichte van het MMIP uit 2019.

### Nieuwe onderwerpen:

#### Subthema 1.4. Standardisation and Industrialisation

De afgelopen jaren is er in de offshore windsector discussie ontstaan over de vraag of verdergaande kostenreductie het best kan worden gerealiseerd door verdere vergroting van de capaciteit van de turbines, of juist door maximering van de turbinegrootte en in



te zetten op standaardisering en industrialisering. Na onderzoek door DNV op initiatief van het TKI Wind op Zee, blijkt dat die laatste optie de komende jaren het meest kansrijk lijkt. Het MMIP kijkt vooruit naar de periode 2030-2050 en zal daarom dit nieuwe innovatie thema als prioriteit opnemen. Hierbij gaan we uit van een maximale windturbine grootte van 18 tot 24 MW met rotor diameters van 250 tot 265 m. In het kader van dit MMIP laten wij in het midden of deze maximalisering van turbinegrootte zou moeten worden bereikt door overheidsregulering of doordat de sector uit zichzelf stopt met ontwikkeling van nog grotere turbines. Door standaardisatie en industrialisatie kan een heel nieuw kostenreductie pad worden ingezet gericht op grotere seriegrootte van turbines, mechanisering en automatisering van productie. Dit levert een belangrijke bijdrage aan versnelling van productie en aanleg van (onderdelen) van windparken. Dit kan tevens een bijdrage leveren aan circulariteit en optimalisering van onderhoud. De focus in de ontwikkeling in de windenergiesector komt daarmee meer op snelheid van opschaling, kwaliteit en betrouwbaarheid te liggen.

### **Subthema 1.7 : Floating Offshore Wind & Alternatives for Deeper Waters**

De internationale Floating Offshore Wind Markt is ca. 2,5 keer zo groot als die voor fixed bottom. Daarbij gaat het niet alleen om diepe zeeën in Azië en Noord-Amerika, maar ook om diepere zeeën in Europa (zoals het Westelijke en Noordelijke deel van de Noordzee, Ierse zee en Oostzee) die een substantiële bijdrage moeten gaan leveren aan het realiseren van de Europese Klimaatdoelstellingen. Het gaat daarbij niet alleen om productie van elektriciteit, maar ook van groene waterstof, dat met floating installaties verder op zee, ook buiten de economische zones, kan worden geproduceerd en vervolgens naar Europa wordt getransporteerd. Ook voor de Nederlandse energietransitie levert dit voor de langere termijn een belangrijke bijdrage. De Nederlandse offshore en maritieme sector is bij uitstek geschikt om in deze sterk groeiende duurzame energiemarkt een belangrijke rol te gaan spelen en verdienvermogen en exportpotentieel te verzilveren. Daarbij is tijdige en voldoende ondersteuning van innovatie een belangrijke factor.

### **Subthema 3.5 : Human Capital**

Voor de schaa sprong in offshore energie is voldoende bemensing van de projecten cruciaal, zowel voor bouw als onderhoud. Recent onderzoek naar de werkgelegenheid in offshore wind laat zien dat een tekort aan medewerkers nu al actueel is. Intensieve samenwerking tussen sector, onderwijsinstellingen en overheden (faciliterende rol) is nodig om dit probleem aan te pakken.

### **Accentverschuivingen**

Aan een aantal bestaande subthema's wordt een *hoger* belang toegekend dan ten tijde van het oorspronkelijke MMIP in 2019 werd ingeschat:

### **Subthema 1.6: Floating Solar**

Floating solar kan in combinatie met offshore wind leiden tot betere benutting van elektrische infra en netbalanceringscapaciteit; Er liggen nog belangrijke technische uitdagingen en opschaling is nodig om de kosten substantieel te verlagen.





### **Subthema 2.3: Flexibility Solutions**

Flexibility solutions vormen belangrijke oplossing voor behoefte aan systeemintegratie. Samen met het verhogen van de capaciteitsfactoren van windturbines en windparken (subthema Optimal Wind Farm Design) levert de flexibiliteit de sleutel tot een optimale integratie in het energiesysteem;

### **Subthema 3.1: Net Positive Contribution to the Ecology**

Ecologie wordt een steeds belangrijker knelpunt voor verdere opschaling van offshore windenergie op zee. Om te voorkomen dat ecologische restricties een rem gaan zetten op de verdere uitrol van windparken moet zwaarder worden ingezet op innovatie om creatieve oplossingen te vinden voor dit probleem.

### **Subthema 3.4. Circularity & Raw Materials**

(Raw Materials is toegevoegd aan het al bestaande thema Circulariteit). In de zeer snelgroeiende offshore wind markt wordt circulariteit steeds meer een issue, evenals schaarste aan bepaalde materialen. Ook de herkomst van die materialen (geopolitiek, mensenrechten) spelen hierbij een rol (IMVO).

Aan het volgende - reeds bestaande - subthema wordt een *lager* belang toegekend dan ten tijde van het oorspronkelijke MMIP in 2019 werd ingeschat:

### **Subthema 1.5. Wind Turbine Technologies**

Een subthema dat een wat minder hoge prioriteit krijgt is Wind Turbine Technologies. Hier is de kennispositie bij kennisinstututen op zich goed, maar de economische positie, i.c. het verdienpotentieel voor bedrijven is laag. Wel leveren Nederlandse bedrijven componenten aan buitenlandse fabrikanten van windturbines en wordt onderhoud verricht door Nederlandse bedrijven. Echter, op het gebied van de productie van volledige windturbines is de achterstand t.o.v. buitenlandse leveranciers met Nederlands innovatie-activiteiten zeer waarschijnlijk niet meer in te halen binnen de termijnen van dit MMIP (2040).

## **5.2 Betekenis voor Nederlandse innovatie-inspanningen**

Uit de analyse van de subthema's en de scores op de criteria rijst een beeld op dat voor het realiseren van het geheel van de doelstellingen innovatie-activiteiten over een breed terrein noodzakelijk zijn. Het is niet mogelijk de MMIP- doelstellingen te realiseren door de innovatie-activiteiten in te perken tot een beperkte selectie uit de set subthema's.

Het MMIP loopt tot 2026, en binnen deze periode kunnen allerlei ontwikkelingen plaatsvinden die nu nog niet te voorzien zijn. Flexibiliteit in de programmering is daarom noodzakelijk. Het missie gedreven karakter van dit innovatieprogramma impliceert al dat het vooral gaat om richting geven op de missiedoelen op een hoger abstractieniveau (zie par. 3.2 en 3.3.), niet om het vooraf vastleggen van technieken waarop innovatie zich zou moeten richten.

Daarbij moet ook rekening worden gehouden met de dynamiek van de markt zoals die zich in de loop van de tijd ontwikkelt. Bij de keuze van innovatiethema's voor bijvoorbeeld



een nieuwe MOOI-tender moet daar goed rekening mee worden gehouden om de tender zo succesvol mogelijk te maken.



## 6 Samenhang op hoofdlijnen met andere MMIP's/ programma's

Dit MMIP vormt samen met het MMIP 2 (“Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving”) en het MMIP 13 (“Een robuust en maatschappelijk gedragen energiesysteem”) de innovatiebasis voor grootschalige hernieuwbare elektriciteitsopwekking en bedient van daaruit via elektrificatie de sectoren Gebouwde Omgeving (GO), Industrie, Mobiliteit, Landbouw & Landgebruik. De vraagkant uit die sectoren bepaalt in grote mate het benodigde volume, de prijs, de locatie en de timing van de elektriciteitsproductie.

Daarnaast bestaan er belangrijke relaties met andere MMIP's zowel binnen het thema Energie & Duurzaamheid als met andere thema's daarbuiten, in het bijzonder Landbouw, Water, Voedsel. Op sommige onderzoeksonderwerpen bestaat duidelijk overlap. In de uitvoering van het MMIP zal door samenwerking worden voorkomen dat deze overlap verstrend werkt. Daarbij zal een effectieve inzet van onderzoeksmiddelen en capaciteit worden nagestreefd. Hierbij is het van belang dat er afspraken gemaakt worden over de planning van onderzoek en het delen van de onderzoeksresultaten waar dat mogelijk is.

In onderstaande figuur is een schematische weergave van het MMIP weergegeven waarbij de relaties met andere programma's (niet uitsluitend MMIP's binnen de vier thema's) worden aangegeven. Dit schema is niet uitputtend. Er zullen zich, naar verwachting, met de vier thema's en de overige KIA's voor de Sleuteltechnologieën en Topsector Specifieke KIA's nog meer relaties ontwikkelen. Van belang is een goede ontwikkeling van het innovatiesysteem (de juiste actoren) en kennisdisseminatie.

Tabel 4: Relaties tussen MMIP1 en andere programma's

Deelprogramma	Onderzoeksfase	Relatie	Ontwikkel-fase	Relatie	Demonstratiefase	Relatie
1. Cost reduction and value optimisation	Onderzoek naar wind-golf- en stromings-klimaat	MMIP duurzame En veilige Noordzee	Drijvende fundaties voor (on)diep water	MMIP Blue Growth (LWV): drijvende infrastructuur	Wind-turbine onderzoek	MMIP2 (E&D): bijdragen aan dit MMIP
	Robotise-ring	ST ICT Digitalise-ring	Drijvende zonneparken	MMIP Blue Growth (LWV) drijvende infrastructuur		
	Nieuwe materialen	ST Advanced Materials	Recycling composiet	MMIP Circulariteit; m.n. blade recycling		



<b>2. Integrated offshore energy systems</b>	<b>Systeem- en markt Modellen</b>	MMIP13: markt-modellen	<b>Groot-schalige opslag en conversie op zee</b>	Waterstof-programma: GroenvermogenNL; opslag en conversie technologie MMIP13: E&D)	<b>Levering van ancillary services</b>	MMIP13 (E&D): Netintegratie
			<b>Hergebruik gas infrastructuur</b>	Lopend programma (TSE): Systeemintegratie Noordzee Waterstof-programma		
			<b>Keten-integratie</b>	MMIP13 (E&D)		
			<b>Energie-eilanden</b>	MMIP13 (E&D): interconnectie, opslag; MMIP Blue Growth		
<b>3. Spatial, Environmental and Societal Integration</b>	<b>Ecologische effecten (positief en negatief) van offshore energie (wind en zon)</b>	Aansluiting bij lopend onderzoek: WOZEP en MONS; MMIP Duurzame Noordzee Bird collision impact measuring techniques	<b>Mitigatie van Impact door ontwerp, methoden en systemen</b>	MMIP Duurzame Noordzee (LWV): samenwerking op impact analyse	<b>Multi-use (niet geïntegreerd, zoals Zeewier, Passieve Visserij)</b>	MMIP Blue Growth (LWV); MMIP Duurzame Noordzee (LWV)
			<b>CO<sub>2</sub> vrij varen</b>	MMIP Blue Growth (LWV): emissievrij varen Towards Zero Emissions TKI Maritiem		

Van bijzonder belang is de samenwerking met het waterstofprogramma. Dit bevindt zich in een fase van snelle opschaling, onder meer door een aantal Groeifondsprogramma's (o.a. GroenvermogenNL) en wind op zee tenders waarbij systeemintegratie als innovatieonderwerp is opgenomen, waarop deelnemers aan de tender zich kunnen onderscheiden en punten verdienen in een vergelijkende toets.



Wij houden rekening met de mogelijkheid dat het waterstofprogramma wordt omgevormd tot een MMIP. Dat zou een zelfstandig MMIP kunnen zijn, zoals systeemintegratie (MMIP 13), maar ook een MMIP dat net als MMIP 1 en MMIP 2 onderdeel vormt van Missie A (die dan van "elektriciteit" wordt omgedoopt in "Energie"). Wij laten deze governance-vraag graag buiten het kader van dit MMIP. De inhoud van de betrokken MMIP's wordt hierdoor voor zover wij op dit moment kunnen overzien niet wezenlijk beïnvloed.

Op vele gebieden is expertise uit andere Topsectoren van belang. Samenwerking met Topsectoren Logistiek, Water en HTSM zijn hierbij met name van belang. Concrete samenwerking wordt voorzien op de volgende onderwerpen:

Tabel 5: Onderwerpen waarop wordt samengewerkt met andere programma's

Onderwerp	Aanleverende MMIP	Ontvangende MMIP
<b>Onderzoek naar zon, wind-, golf- en stromingsklimaat, inclusief de wederzijdse beïnvloeding.</b>	MMIP 1. Onderzoek naar zon, wind en golfklimaat is een kernonderdeel van Hernieuwbare elektriciteit Op zee (boven en onder de waterlijn). Dit onderwerp bepaalt enerzijds de beschikbare resource voor opwekking en anderzijds het ontwerp Randvoorwaarden. Binnen het MMIP 1 is de noodzakelijke kennis van meteorologie, golven en aerodynamica aanwezig.	MMIP Duurzame en Veilige Noordzee. Hier vindt onderzoek plaats naar samenhangende effecten van activiteiten op de Noordzee van alle gebruikers. Het onderzoek uit MMIP 1 kan bijdragen aan dit totaalbeeld. Duurzame en Veilige Noordzee zal voor het onderzoek zich meer richten op de ecologie en effecten onder de waterlijn.  MMIP Systeemintegratie Relevante meteo-info t.b.v. netbalancering.
<b>Drijvende infrastructuur</b>	<i>MMIP Blue Growth.</i> Drijvende infrastructuur (steden, eilanden etc.) is onderdeel van dit MMIP. Hier wordt relevante kennis ontwikkeld voor toepassing in MMIP 1.	<i>MMIP 1.</i> Binnen MMIP 1 zal gebruik gemaakt kunnen worden van kennis die wordt ontwikkeld op het gebied van drijvende platforms zoals drijvende wind- en zonneparken en energie-eilanden.
<b>CO<sub>2</sub>-vrij varen</b>	<i>MMIP Blue Growth / Zero Emission TKI Maritiem</i> Hier wordt duurzame technologie ontwikkeld voor de scheepvaart die relevant is voor de installatie. - en onderhoudsvloot voor offshore windparken.	<i>MMIP 1.</i> Onderdeel van het MMIP 1 is het verlagen van de CO <sub>2</sub> footprint van het hele windpark. CO <sub>2</sub> -vrij varen is een belangrijke component. Kennis uit Blue Growth kan hier worden toegepast.



<b>Onderzoek naar voorkomen en gedrag van soorten vogels, vleermuizen en zeezoogdieren</b>	<i>MMIP Duurzame en Veilige Noordzee/ WOZEP/MONS</i> Binnen WOZEP en MONS wordt onderzoek gedaan naar deze aspecten die van belang zijn om de impact van offshore windenergie en drijvende zonneparken vast te stellen.	<i>MMIP 1.</i> Kennis uit WOZEP leidt tot aanscherping van de innovatieagenda voor Hernieuwbare elektriciteit op zee door focus op mitigatie van impact of compensatie daarvan. Dit zijn zowel technische als organisatorische oplossingen.
<b>Onderzoek naar de ontwikkeling van de energiemarkt</b>	<i>MMIP 13.</i> Dit onderzoek is van belang voor verder economisch onderzoek naar offshore energie financiering.	<i>MMIP 1.</i> In de huidige subsidievrije situatie voor offshore windenergie is er belangrijke onzekerheid over de mogelijkheden de investeringen terug te verdienen. Op basis van dit onderzoek kunnen innovatieve financieringsmodellen worden ontwikkelen.
<b>Meervoudig ruimtegebruik van offshore windparken</b>	<i>MMIP 1.</i> Hier worden de randvoorwaarden voor effectieve multi-use opties onderzocht, waarbij er focus is op de interactie tussen medegebruiker(s) en energie infrastructuur.	<i>MMIP Duurzame en Veilige Noordzee (visserij en aquacultuur).</i> De randvoorwaarden worden hier ingezet voor het doorontwikkelen van de toepassingen.
<b>Circulariteit en materialen</b>	<i>Missie CE<sup>12</sup></i> Binnen deze Missie wordt o.a. specifieke kennis ontwikkeld op het gebied van recycling van composieten en circulariteit.	<i>MMIP 1.</i> Kennis op het gebied van verwerking van bijv. composietmateriaal en circulaire oplossingen voor de gehele lifecycle van het offshore windpark.
<b>Digitalisering/ Robotisering</b>	<i>Dutch Digital Delta en ST ICT</i> Kennistransfer op het gebied van robotisering, toepassing van big data en AI.	<i>MMIP 1.</i> Kennis op het gebied van Sleuteltechnologie ICT en TSE-programma digitalisering wordt ingezet in projecten.

Specifiek onderzoek naar windtechnologie en zonnetechnologie heeft duidelijk onderscheid in MMIP1 en MMIP2. Het MMIP2 onderzoek aan windtechnologie op land richt zich op inpassing in het landschap en samenleving en netintegratie. Onderzoek aan drijvende zonne-energie richt zich in MMIP2 op zonne-energie op meren en binnenwater, terwijl onderzoek naar zonne-energie op zee in het kader van MMIP1 wordt uitgevoerd.

Nederland heeft een belangrijke rol in diverse internationale R&D organisaties zoals ETIPWind, EERA JPWind, SET offshore wind en EAWE. Zodoende wordt op internationale schaal de samenhang en samenwerking met andere

<sup>12</sup> <https://kia-ce.nl/organisatie/>



onderzoeksprogramma's verzekerd. Door deelname aan deze programma's en afstemming met de programmacommissies of organisatoren draagt Nederland bij aan de definitie van internationale R&D prioriteiten en wordt internationale synergie bereikt.



## 7 Stakeholders/ actoren

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

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

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

In onderstaande figuur 3 wordt een overzicht gepresenteerd van de organisaties die bij het TKI Wind op zee zijn aangesloten.





Figuur 3: bij TKI Wind op Zee aangesloten organisaties



## 8 Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren

De oriëntatie van de deelprogramma's is grotendeels technisch, waarbij de economische kant eveneens van groot belang is, aangezien verdere kostenreductie een belangrijk doel blijft. Dat neemt niet weg dat er belangrijke socio-economische relaties liggen. Zo hebben technologiekeuzes gevolgen voor andere gebruikers van de Noordzee of voor de ecologie.

Vooraf bij *deelprogramma 3*, Spatial, Environmental and Societal Integration, speelt daarnaast ook sociale innovatie een belangrijke rol. Zo kan sociale innovatie een belangrijke rol spelen bij het verbeteren van de samenwerking tussen verschillende gebruikers van de Noordzee en voor het vergroten van het maatschappelijk draagvlak voor energie op Zee.

In onderstaande paragrafen bespreken we drie doorsnijdende onderwerpen die van belang zijn voor de omgeving waarbinnen het MMIP opereert: Digitalisering, MVI en Circulariteit.

### 8.1 Digitalisering

Digitalisering en het gebruik van *big data* zijn doorsnijdende thema's voor veel innovatieprogramma's, ook voor MMIP1. Voorbeelden zijn het bepalen van restlevensduur en onderhoudsbehoeften van componenten en offshore infrastructuur, of robotisering van installatie en onderhoud. Ook het veilig en optimaal exploiteren van de windparken in een energiesysteem dat grotendeels afhankelijk gaat worden van wind en zon vereist voorspelling, ketenafstemming, regelingen en veiligheidssystemen die de stabiliteit van onze energievoorziening garanderen.

Binnen het MMIP wordt daarom gebruik gemaakt van ontwikkelingen op het gebied van highperformance computing (HPC), robotisering, autonomie, digital twins, patroonherkenning, data-driven design, machine learning of kunstmatige intelligentie etc., die ook voor andere sectoren van belang zijn. Dit gebeurt deels door het direct in de projecten betrekken van de benodigde expertise (Dutch Digital Delta, kennisinstellingen, bedrijven), deels door het aansluiten bij andere programma's (kennistransfers) zoals bij Sleuteltechnologie ICT. Ook de monitoring en voorspelling van migratiepatronen van vogels en vleermuizen kan verbeterd worden door inzet van dit soort technieken.

Het energiesysteem vereist dat er steeds meer op afstand wordt aangestuurd en gemonitord zodat het systeem digitaal steeds opener wordt. Dat vereist innovaties en oplossingen voor cybersecurity voor een veilig systeem. Cybersecurity is een onderwerp dat bij uitstek ook meer centraal kan worden opgepakt, Binnen de Topsector Energie wordt dit onderwerp daarom breed geadresseerd in het doorsnijdende thema digitalisering. Daarbij wordt in samenwerking met MMIP1 gewerkt aan specifieke activiteiten op het terrein van cybersecurity binnen de offshore windsector.



## 8.2 Maatschappelijk Verantwoord Innoveren (MVI)

Maatschappelijk Verantwoord Innoveren (MVI) is een integraal aspect voor de activiteiten binnen het MMIP. Kostenreductie moet samengaan met oog voor de maatschappelijke belangen.

Oplossingen moeten zo zijn ontworpen dat ze veilig zijn en ruimtelijk goed in te passen zijn. Zo is een windpark op zee dat ook andere gebruiksfuncties accommodeert – zoals nieuwe vormen van visserij, aquacultuur, natuur of zonneparken - toekomstbestendiger dan een monofunctioneel windpark. Simpelweg, omdat er anders ruimte te kort is op de Noordzee en we door de cumulatieve impact van een grote hoeveelheid wind op zee tegen ecologische en sociale grenzen aan lopen. Dat vraagt bijvoorbeeld om materiaalkeuzes die onder- en bovenwater de biodiversiteit bevorderen. En om monitoring van wat de effecten zijn op ecologie en de installaties binnen windparken. Daarbij moet gezocht worden naar een balans tussen (tegenstrijdige) belangen en moeten keuzes gemaakt worden om in het ontwerpproces rekening te houden met de veiligheid voor mens en milieu (safe and circular design). Daarom is de ontwikkeling van een afwegingskader nodig dat helpt bij het maken van keuzes tussen verschillende belangen. Dit betekent ook maatwerk per locatie omdat de condities en ook belangen per locatie sterk kunnen verschillen. Zo zal in een windpark dat midden in vaarroutes voor vissersschepen ligt doorvaart wel mogelijk gemaakt moeten worden, maar kan dit achterwege blijven wanneer een windpark ligt in een gebied waar weinig of niet gevist wordt.

Het integreren van MVI gebeurt op drie manieren.

1. Door het opnemen van specifieke onderzoeks- en innovatieonderwerpen zoals op het vlak van circulariteit (zie hiervoor ook par. 8.3.), onderzoek naar grootschalige implementatie effecten, ruimte en ecologie.
2. Door het opnemen van een analyse van mogelijke MVI-aspecten van meer technische innovaties. Dit kan o.a. door in Topsector Energie subsidieregelingen specifiek naar die aspecten te vragen.
3. Door het aansluiten bij het MMIP Duurzame en veilige Noordzee (Thema Landbouw Water Voedsel) dat zich richt op het ontwikkelen van duurzaam menselijk medegebruik binnen een veerkrachtig Noordzee ecosysteem en de Community of Practice Multi Use Noordzee 2030.

De business case voor innovaties op dit onderwerp is vaak moeilijk te maken. Implementatie van innovaties in de verdere uitrol van hernieuwbare energieprojecten (bv. de tenders voor offshore windparken) kan worden bereikt door het verhogen van de winkansen (in een vergelijkende toets) of het stellen van eisen (in een tenderregeling of vergunning). Deze eisen moeten wel aansluiten bij de onderzoekstrajecten onder het MMIP zodat aan die voorwaarden kan worden voldaan. Hierover vindt afstemming plaats tussen het ministerie van EZK en de trekkers van MMIP1.



### 8.3 Circulariteit

Wind- en zonne-energie moet zelf ook een duurzaam zijn. Door de groei van hernieuwbare energie-installaties neemt het gebruik van grondstoffen sterk toe. Van belang is dat de beschikbaarheid van deze grondstoffen in de toekomst geborgd is en dat zij op een maatschappelijk verantwoorde manier gewonnen, geproduceerd en gerecycled worden. Circulariteit in Hernieuwbare elektriciteit op zee is een relatief nieuw thema en er is nog veel onderzoek nodig. Het staal in de installaties wordt al gerecycled en hergebruikt. De recycling van composieten turbinebladen is een complexer probleem. Tot dusver leidde recycling hiervan veelal tot relatief laagwaardige benutting van vrijgekomen materiaal, zoals in de betonindustrie. Er zijn echter recentelijk andere technieken in ontwikkeling die hoogwaardiger gebruik mogelijk maken. Ook wordt onderzoek gedaan naar de mogelijkheden voor productie en gebruik van herbruikbare composieten in de nacelle en in turbinebladen. Maar ook levensduurverlenging van fundaties, kabels en netwerkcomponenten dragen bij aan circulariteit. Daarnaast zijn er initiatieven om de bestaande olie- en gasinfrastructuur op zee waar nodig te hergebruiken ten behoeve van hernieuwbare energie (gebruik gasleidingen voor transport van met hernieuwbare energie geproduceerde waterstof). Het MMIP sluit daarvoor aan bij lopend Topsector Energie onderzoek van o.a. TNO. Voor zonne-energie op zee (drijvende zonnepanelen) gelden soortgelijke problemen als bij de recycling van bladen; hiervoor wordt aangesloten bij MMIP2.

In dit MMIP is een nieuw subthema 1.4. Standaardisation & Industrialisation opgenomen. Het is de verwachting dat dit tevens een bijdrage zal leveren aan ontwikkeling van nieuwe (modulaire) ontwerpmethodes en componenten voor turbines en monopiles, die eenvoudiger kunnen worden vervangen en mogelijk na bewerking kunnen worden hergebruikt (remanufacturing). Dit kan ook bijdragen aan kosten-efficiënte levensduurverlenging van turbines, en langs deze weg ook het materiaalgebruik doen verminderen.

Het kabinet heeft een Rijksbreed programma “circulair in 2050” opgesteld waarin zij het perspectief schetst op een toekomstbestendige, duurzame economie en een leefbare aarde voor toekomstige generaties. Concreet betekent dit dat grondstoffen efficiënt zullen worden ingezet en optimaal worden hergebruikt en dat grondstoffen op duurzame wijze worden gewonnen. Maar ook dat er minder grondstoffen nodig zijn, omdat we efficiëntere producten en diensten ontwikkelen. Aantasting van milieu, leefomgeving en gezondheid moet zoveel mogelijk worden voorkomen. De ambitie van het kabinet is om samen met maatschappelijke partners in 2030 een (tussen)doelstelling te realiseren van 50% minder gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen).

De windenergiesector heeft het initiatief genomen om te komen tot een convenant internationaal maatschappelijk verantwoord ondernemen (IMVO), onder leiding van de SER. De insteek van dit convenant is dat bedrijven uit de sector, overheidspartijen en NGO's risico's voor mens en milieu in de keten in kaart brengen en afspraken maken over hoe deze risico's gemitigeerd of vermeden kunnen worden. Binnen het convenanttraject zijn werkgroepen opgezet, specifiek gericht op het in kaart brengen van



de supply chain (sector mapping) en het verkennen van de mogelijkheden circulariteit in de sector te vergroten.

Speciale aandacht hebben hierin het begin en einde van de keten: het gebruik van zeldzame metalen en grondstoffen in turbines en de recycling van materialen bij decommissioning van turbines. Op het gebied van zeldzame metalen is onderzoek nodig naar de mogelijkheid om minder zeldzame metalen te gebruiken in turbines (gebruik van minder metalen of overstappen naar alternatieve metalen). De noodzaak hiervan wordt nog versterkt door de geopolitieke dimensie bij de winning van deze metalen.

Voor optimaal gebruik van innovatiemiddelen is het belangrijk om op de hoogte te blijven en zo mogelijk aan te sluiten bij andere relevante innovatieprogramma's, bijvoorbeeld door samen te werken met de Topsectoren Chemie en HTSM en hun onderzoek naar verschillende sleuteltechnologieën en materiaalonderzoek. Ook wordt er aansluiting bij het Rijksprogramma circulaire economie en de MMIP 6 Sluiting van Industriële Ketens gezocht.



## 9 Kennisdisseminatie, Leren en Communicatie.

### Inleiding

Voor de voortgang van de energietransitie is het essentieel dat de kennis die wordt opgedaan met de uitvoering van innovatieprojecten in de sector wordt verspreid, bijvoorbeeld via kennisplatforms. Daarnaast is het van belang dat er voldoende gekwalificeerd personeel beschikbaar is om de producten en diensten te leveren en innovaties tot stand te brengen. Communicatie over nieuwe ontwikkelingen kan een belangrijke rol spelen bij agendasetting.

### 9.1 Kennisdisseminatie

Kennisdisseminatie is een belangrijke succesfactor in het innovatiesysteem. Het is vooral belangrijk voor het versnellen van het onderzoek door het kunnen voortbouwen op eerdere resultaten. Volledig delen van ontwikkelde kennis staat soms op gespannen voet met de investeringen die bedrijven doen. Waar mogelijk zet het MMIP in op gezamenlijke pre-competitieve kennisontwikkeling, bijvoorbeeld in de vorm van onderzoeksopdrachten of Joint Industry Projects. Dit laatste model creëert een open systeem waarbij deelnemers (die wel investeren) delen in de ontwikkelde kennis. Zo wordt een basis gevormd voor voortgang op een bepaald onderzoeks- of innovatiethema.

Binnen dit deelprogramma zullen dan ook een aantal JIPs worden opgezet met dat doel. In overleg met RVO en NWO kan bezien worden of het subsidie instrumentarium hier voldoende mogelijkheden voor biedt.

Een ander aspect van disseminatie is het delen van data. Voor onderzoek en productontwikkeling is het beschikbaar hebben van data van operationele windparken vaak een belangrijk onderdeel. Door samenwerking met eigenaren van windparken kan die data beschikbaar komen. Toch zal het MMIP zich inzetten in het beschikbaar krijgen van datasets met operationele gegevens en het stimuleren van deling van data zoals dat in bv. het Verenigd Koninkrijk gebeurt met SPARTA

### 9.2 Leren: Human Capital Agenda

Voor de schielsprong in offshore energie is voldoende bemensing van de projecten cruciaal, zowel voor bouw als onderhoud. Het gaat hierbij niet alleen om vakinhoudelijke kennis; het werken op zee vergt specifieke competenties en vraagt ook om fysieke kwaliteiten (zeewaardigheid, werken op hoogte).

Recent onderzoek naar de werkgelegenheid in offshore wind laat zien dat een tekort aan medewerkers nu al actueel is. Intensieve samenwerking tussen sector, onderwijsinstellingen en overheden (faciliterende rol) is hierbij nodig. De sector innoveert



in een rap tempo waardoor onderwijsvernieuwing continu vereist is en tegelijk is de vraag naar technici ook in andere sectoren groot. Dit zal zich moeten vertalen in de volgende activiteiten:

- **Bevordering van instroom vanuit basisonderwijs** via voortgezet onderwijs naar vooral techniek gericht MBO, HBO en WO, en ook naar de benutting van mogelijkheden van zijinstroom. Studenten en zij-instromers moeten worden gefaciliteerd in het kiezen van studieroutes die passen bij eigen ambities enerzijds en de marktvraag anderzijds.
- **Samenwerking tussen bedrijven en onderwijsinstellingen** gericht op praktijkgericht onderzoek, stage- en afstudeerplaatsen, gastcolleges en onderwijsvernieuwing (ontwikkeling van curricula én van leervormen en gericht op leven lang ontwikkelen).
- **Ontwikkeling van onderzoeks- en trainingsfaciliteiten “Fieldlabs”**. Bedrijven, onderwijs en studenten moeten elkaar kunnen ontmoeten. Havens kunnen hier een belangrijke rol in spelen door dicht bij zee ruimte te creëren voor deze specifieke faciliteiten.

Binnen de TSE is veel onderzoek gedaan naar ‘Learning Communities’, zijn best practices geïnventariseerd en is een handleiding opgesteld voor de inrichting ervan die momenteel wordt geactualiseerd. Het binnen een regio bij elkaar brengen van werken, leren en innoveren lijkt een goede formule om opschaling van onderwijs te bereiken, een betere aansluiting van curricula op de arbeidsvraag te bereiken en tegelijkertijd innovatie te bevorderen. Het is gebleken dat Learning Communities zich het best ontwikkelen rondom fysieke faciliteiten (living labs, field labs). Bedrijven kunnen hier hun praktijkvragen kwijt en het onderwijs kan de curricula voortdurend up to date houden. Het MMIP zal zich vooral richten op de versterking van (regionale) Learning Communities en het actief betrekken van mbo en hbo bij praktijkgericht onderzoek.

### 9.3 Leren: Kennisplatforms

Een nieuwe ontwikkeling is de ontwikkeling van zgn. Kennisplatforms. Dit zijn communities die ad hoc worden georganiseerd rondom bepaalde innovatiethema's. Deze communities bestaan uit bedrijven, waaronder ook MKB's en startups, onderzoeksinstituten, onderwijsinstellingen, evt. NGO's. De Kennisplatforms richten zich op kennisuitwisseling tussen de aangesloten partijen, ontwikkeling van human capital programma's en het bevorderen van innovatie door het organiseren van Innovation Challenges.

### 9.4 Communicatie

Vanuit het MMIP1/ TKI Wind op zee wordt getracht de windsector optimaal te informeren over voor hen relevante zaken. Alleen is communicatie naast zenden vooral ook



luisteren. Om een succesvol kennis- en innovatieprogramma te kunnen realiseren, is voeding met andere en nieuwe inzichten voorwaardelijk. De communicatie van TKI Wind op Zee is hierop gebaseerd. In dit document is duidelijk gemaakt dat innovatie niet met techniek alleen kan worden behaald. Creativiteit om tot innovaties te komen wordt niet alleen versterkt door meer technisch inzicht te verzamelen. Onze communicatie gaat daarom uit van kruisbestuivingen, nieuwsgierigheid en het geven van context.

De basis in onze communicatie is het delen en bespreken van relevante ontwikkelingen. Nieuwe kennis, nieuwe inzichten en nieuwe technieken. Onze netwerken zetten we hier actief voor in, we organiseren eigen activiteiten hiervoor en benutten een breed palet aan mediakanalen.

Tegelijkertijd halen we ook op welke vragen er bij de stakeholders in de energietransitie leven en vertalen deze bijvoorbeeld naar voorstellen voor subsidies en tenders om innovaties zich beter te kunnen laten ontwikkelen en/of de Nederlandse concurrentiepositie in de markt te laten versterken.

Hier bovenop verkennen wij in onze communicatie de vraagstukken die nog op ons afkomen. We stellen vragen over wat de natuur ons bijvoorbeeld kan leren over multi-use of materiaalgebruik, welke principes gelden voor een haalbaar circulair windpark of wat de invloed van robotisering is op de aantrekkelijkheid van offshore hernieuwbare energie als werkveld. Een TKI is een verkenners in het veld en levert inzichten voor succesvolle strategieën.

Dit aspect van onze communicatie verbreedt en verdiept de kennisontwikkeling en innovatie t.b.v. hernieuwbare energie op zee en laat zien dat techniek altijd in een context fungeert.

Samengevat zetten wij in onze communicatie in op de dagelijkse ontwikkelingen in het veld, maar nemen ook de ruimte om afstand te nemen om ontwikkelingen scherper te kunnen zien. Daarin nemen we ons publiek mee en streven ernaar hen te verrassen en verrassen met nieuwe inzichten.





## 10 Financiering/ instrumentering

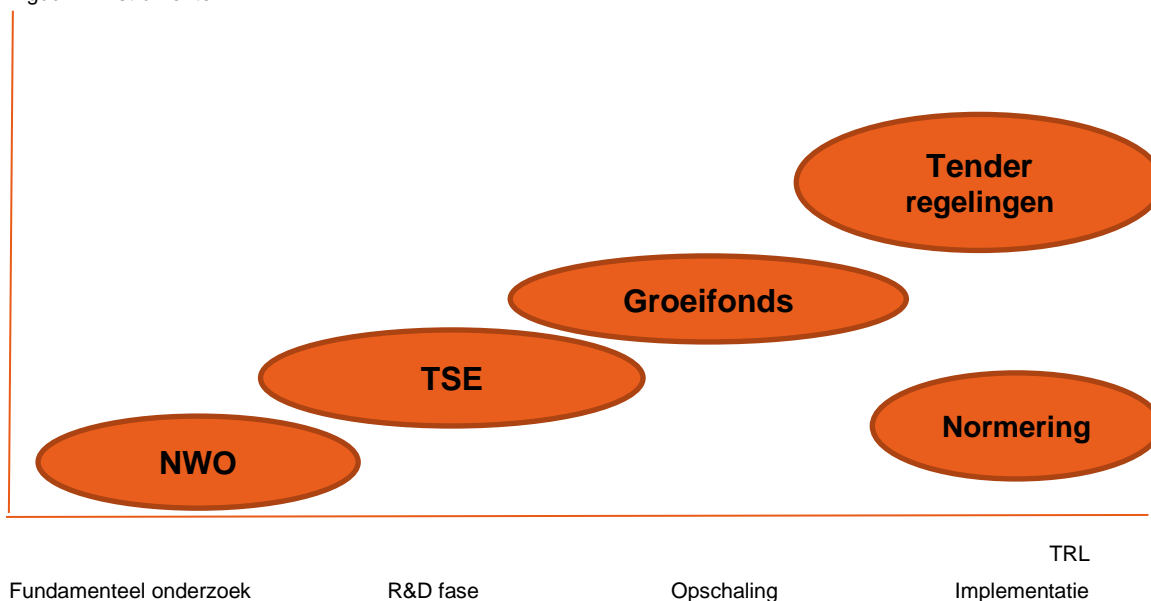
Voor de uitvoering van dit MMIP moet gebruik worden gemaakt van een samenhangend pakket aan instrumenten. Dat moet in beginsel alle TRL's bestrijken, van fundamenteel onderzoek tot commerciële uitrol.

De volgende instrumenten zijn beschikbaar:

- Subsidies TSE en NWO
- Subsidies GroenvermogenNL
- Tenderregelingen
- Normering en andere voorwaarden, zoals vereisten in Kavelbesluiten.

Van geval tot geval zal een afweging moeten worden gemaakt welk instrument in een gegeven situatie het efficiëntst en effectiefst is.

Figuur 4: Instrumenten MMIP1.



Hieronder wordt e.e.a. nader toegelicht

### 10.1 Subsidies

Voor de uitvoering van het MMIP zal een beroep moeten worden gedaan op het gehele beschikbare TSE-instrumentarium. Daarnaast ook op andere meer generieke innovatie instrumenten zoals NWO-calls en het Nationaal Groeifonds. Wel is er per deelprogramma een aantal accenten waar te nemen:

Voor *deelprogramma 1*, Cost reduction and value optimisation, zal de financiering voor een groot deel afkomstig zijn uit de Hernieuwbare Energieregeling en de DEI. Voor het



midden -TRL niveau onderzoek zal er ook een beroep op de MOOI-regeling worden gedaan. Daarnaast zal inzet van NWO-middelen voor academisch laag TRL-onderzoek nodig zijn voor met name Artificial Intelligence (t.b.v. zero maintenance & robotisation) en materiaalonderzoek (t.b.v. fouling bij Floating solar).

Voor *deelprogramma 2*, Integrated Offshore Energy Systems, zal de financiering voor een groot deel afkomstig zijn uit de MOOI-regeling, het Groeifonds en mogelijk ook NWO-middelen voor academisch onderzoek. Zo mogelijk worden hier ook EU-middelen ingezet.

Voor *deelprogramma 3*, Spatial, Environmental and Social Integration, zal de financiering voor een groot deel afkomstig zijn uit NWO-middelen (o.a. NWA) voor academisch onderzoek en opdrachten voor ecologisch onderzoek (gedrag diersoorten en onderzoek naar mitigatie en compensatiemogelijkheden) en mogelijk voor circulariteit en materialenonderzoek (m.n. alternatieven voor zeldzame materialen). Voor onderzoek naar de mitigatie van ecologische affecten en circulariteitsaspecten dat zich op midden- of hoger TRL-niveau bevindt kunnen ook EZK Innovatiemiddelen en mogelijk ook de DEI ingezet worden. Omdat de meeste oplossingen niet tot kostenreductie leiden zal de HER waarschijnlijk geen optie bieden. Van belang is hier te noemen dat er ook sprake moet zijn van inzet van middelen die voor onderzoek binnen het thema Landbouw Water Voedsel beschikbaar zijn. Onderzoek naar ecologie en voedsel zonder een (technisch) raakvlak met offshore energie valt buiten scope en budget voor dit MMIP.

## 10.2 Samenwerking met GroenvermogenNL

Het MMIP voor hernieuwbare energie op zee zoekt intensieve samenwerking en afstemming met het programma GroenvermogenNL. Dit programma beoogt een substantiële bijdrage te leveren aan de opschaling van klimaat-neutrale waterstof en toepassing van groene elektronen in energie-intensieve industrie en groene chemie. Dit programma wordt gefinancierd uit het Nationale Groeifonds. GroenvermogenNL draagt bij aan de versnelling en opschaling van grootschalig gebruik van groene waterstof en groene chemie. De Nederlandse en Europese ambities voor groene waterstof zijn erg hoog en GroenvermogenNL kan hierin een stepping-stone zijn op weg naar GW-schaal. Hiermee zijn investeringen in de orde van vele honderden miljoenen euro's gemoeid. Dit valt buiten de orde van de budgetten die vanuit de Topsector Energie beschikbaar zijn voor de financiering van MMIP-projecten. Het MMIP voor hernieuwbare energie op zee zal zich daarom richten op kleinschalige R&D projecten op zee, die mogelijk in een latere opschalingsfase in aanmerking kunnen komen voor financiering uit GroenvermogenNL. Het MMIP wil in samenwerking met het programma Waterstof en GroenvermogenNL onderzoeken op welke wijze programmatische samenwerking kan worden vormgegeven.



### 10.3 Instrumentarium Wet wind op zee

De Wet windenergie op zee biedt mogelijkheden om in het kader van een tender op basis van een vergelijkende toets rangschikkingscriteria op te nemen die betrekking hebben op innovatieve oplossingen voor bepaalde problemen. Zo is er zowel bij de tenders voor Hollandse Kust (noord) als Hollandse Kust (west) op een van de kavels de mogelijkheid voor deelnemers gecreëerd om een groot aantal punten in de beoordeling te verdienen met een innovatieve methode om systeemintegratie te realiseren.

Bij de tender voor Hollandse kust (west) is bij een van de kavels de mogelijkheid voor deelnemers gecreëerd om een groot aantal punten in de beoordeling te verdienen met een innovatieve methode om versterking van de ecologie te realiseren.

Voor de komende tender voor het gebied IJmuiden Ver is aangekondigd dat systeemintegratie en ecologie als belangrijke rangschikkingscriteria in de tenderregeling zullen worden gehanteerd. Daarnaast zullen ook voor IMVO en Circulariteit aanvullende criteria worden ontwikkeld.

Hiermee wordt geïllustreerd dat de overheid innovaties niet alleen kan bevorderen door subsidieverstrekking, maar ook door regelgeving, in dit geval de regelgeving voor de tenders op basis waarvan de vergunningen voor aanleg en exploitatie van windparken op zee worden verstrekt.

### 10.4 Normering en andere voorwaarden

Een ambitieuze normstelling voor de “wind op zee producten” kan innovatie stimuleren. Daarbij valt bijvoorbeeld te denken aan eisen t.a.v. circulariteit, ecologie, CO2-emissies van vaartuigen e.d. De afweging die daarbij gemaakt moet worden is welke normstelling op welke termijn een optimaal stimulerend effect heeft op innovatie. Daarnaast zal dit type regelgeving moeten worden afgewogen tegen de effectiviteit en efficiency van het opnemen van dit soort onderwerpen als rangschikkingscriteria in een vergelijkende toets<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Zie hierover <https://www.noordzeeloket.nl/publish/pages/205702/rapport-mulder-van-der-wees-2022-.pdf>



## 11 Randvoorwaarden/ beleid

In de energietransitie vormt offshore wind de grootste bron van duurzame energie<sup>14</sup>. De door PBL geschatte omvang van 35-75GW geïnstalleerd vermogen in 2050 is echter niet haalbaar zonder het oplossen van knelpunten op het vlak van kosten, systeemintegratie en omgevingsaspecten. Dit MMIP adresseert die knelpunten. De randvoorwaarden voor een effectieve uitvoering van het MMIP liggen op het vlak van innovatie- en energiebeleid samen met goede monitoring en sturing. Onderdeel van het beleid is het beschikbaar stellen van voldoende innovatiemiddelen en inzet van wet- en regelgeving om innovaties en de toepassing daarvan bij de uitrol te stimuleren (marktcreatie). Op de benodigde instrumenten wordt onder “Financiering” verder ingegaan.

Inzet van private middelen wordt pas mogelijk als er verdienkans liggen voor de bedrijven. Deze verdienkans ontstaan onder een aantal voorwaarden:

1. Continuïteit van het energiebeleid geeft investeringszekerheid. Het klimaatakkoord van Parijs, de Europese Fit voor 55 plannen, en de doorvertaling daarvan in het Nederlandse Klimaatakkoord en het Coalitieakkoord 2022, kan zo'n basis bieden.
2. Voor een succesvolle opschaling van elektriciteitsproductie op zee is een directe en indirecte (waterstof) elektrificatie van energiegebruik in de industrie die daarmee gelijke tred houdt essentieel.
3. Continuïteit van het innovatiebeleid is in het bijzonder van belang voor investeringen in innovaties. Het is van belang om zowel in termen van doelen, instrumenten als beschikbare middelen bedrijven te stimuleren te investeren in de meer risicovolle innovaties waarvoor de businesscase niet op korte termijn rendabel te krijgen is.
4. Het subsidie instrumentarium zal vervolgonderzoek van partijen die fors hebben geïnvesteerd in risicovolle innovaties in lagere TRL's een hogere toekenningskans kunnen geven voor doorontwikkeling, dit om te voorkomen dat er steeds vanaf een lagere baseline aan kennis wordt gestart en ervoor te zorgen dat het momentum wordt behouden.
5. Voor het sluitend krijgen van de business case voor nieuwe producten, methoden of systemen kan het nodig zijn om naast de innovaties zelf ook de eerste implementaties te ondersteunen (financieel, regelgeving, faciliteiten). Voor innovaties in lagere/midden TRL's, bijvoorbeeld gericht op systeemintegratie (flexibilisering) of drijvende zonneparken is naast het ondersteunen van onderzoek ook steun nodig voor demonstraties en opschaling om de kosten omlaag te krijgen. Dat kan ook worden vormgegeven door de voorwaarden en rangschikkingscriteria in de tenders die voor offshore windparken worden uitgeschreven.

---

14 SER 2019, Innoveren met een missie

[https://www.klimaatakkoord.nl/binaries/klimaatakkoord/documenten/publicaties/2019/03/12/innoveren-met-een-missie/rapport\\_innovatie-uitgave\\_compleet\\_DEF\\_HR\\_bladwijzers.pdf](https://www.klimaatakkoord.nl/binaries/klimaatakkoord/documenten/publicaties/2019/03/12/innoveren-met-een-missie/rapport_innovatie-uitgave_compleet_DEF_HR_bladwijzers.pdf)



Een stap verder is het verplichten van toepassing van bepaalde innovaties of normering; dit kan alleen als de technologie voldoende is doorontwikkeld en deze verplichtingen of normstelling tijdig worden aangekondigd zodat bedrijven zich hierop kunnen instellen. Zo blijft het speelveld gelijk.

Noodzakelijk onderzoek dat niet tot verdienperspectief of een sluitende business case leidt zal door middel van opdrachten gefinancierd moeten worden.

De kamerbrief “Naar Missiegedreven Innovatiebeleid met Impact”<sup>15</sup> vormt de basis voor het innovatiebeleid. In de uitwerking van dit beleid is het van belang een langetermijnperspectief te bieden op zowel de organiserende structuren als ondersteuning van de uitvoering van de MMIP's (financieel en regelgeving). Monitoring en sturing moeten bijdragen aan de optimale uitvoering.

Het MMIP speelt een actieve rol van idee tot valorisatie. Het is een open omgeving waarin startups, grote bedrijven, kennisinstellingen, overheid en NGO's kunnen samenwerken. Bestaande programma's en consortia worden zo veel mogelijk benut.

---

<sup>15</sup> Min van EZK 2018, Kamerbrief “naar Missiegedreven innovatiebeleid met impact”  
<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2020-8625.html>



# Bijlage 1: Fiches subthema's t.b.v. bepaling Nederlandse inzet

## 1. Toelichting op gevolgde methodologie

In deze bijlage zijn fiches opgenomen met een compacte beschrijving van alle subthema's, die aanknopingspunten bieden voor een assessment van het betreffende subthema op een aantal criteria.

Dit assessment is op een systematische, zo objectief mogelijke manier vormgegeven door voor elk subthema in de TKI-programmastructuur de volgende vragen te beantwoorden:

1. Draagt het subthema bij aan de MMIP-transitiedoelstellingen?
2. Beschikt Nederland over een voldoende kennisbasis bij bedrijven en kennisinstellingen op dit onderwerp?
3. Beschikt Nederland over een voldoende economische basis voor levering van producten en diensten op het Nederlandse deel van de Noordzee? D.w.z. hebben we bedrijven van voldoende omvang en economische kracht om op het betrokken subthema actief te zijn (of te worden) op het Nederlandse deel van de Noordzee?
4. Beschikt Nederland over een voldoende economische basis voor levering van producten en diensten op buitenlandse markten? D.w.z. hebben we bedrijven van voldoende omvang en economische kracht om op het betrokken subthema in het buitenland actief te zijn (of te worden)?
5. Heeft het subthema betrekking op een volwassen markt of op een onvolwassen "infant market" (met nog niet ver ontwikkelde incrementele of evt. volledig disruptieve technologie)?

In hoofdstuk 5 is op basis van deze fiches uitgewerkt wat de optimale Nederlandse innovatie-inzet zou kunnen zijn.



## 2. Fiches subthema's

### Deelprogramma 1 - Cost Reduction and Value Optimisation

#### Subthema 1.1 - Zero breakdown & robotisation

**Het betreft hier methodes om de beschikbaarheid van het energiepark te vergroten door efficiënter en beter te plannen onderhoud, veiligere en comfortabelere arbeidsomstandigheden bij onderhoud en vermindering van personele inzet op zee.**

Criterion	Toelichting
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Primair technisch/economisch, secundair ook juridisch /sociaal Het gaat in eerste instantie om ontwikkeling van technieken en een rendabele business case daarvoor. Echter, ook de regelgeving m.b.t. gebruik van drones en automatic vessels moet worden aangepast. Daarnaast spelen ook veiligheid op zee en arbeidsmarkt-factoren een belangrijke rol.
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Aanleg van meer windparken op grotere afstand leidt tot schaalvergroting onderhoud. Reductie van vaarbewegingen is nodig voor milieu en veiligheid. Schaarste aan personeel opvangen door robotisering. Kosten moeten verder omlaag door o.m. self healing turbines.
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Draagt bij aan betaalbaarheid energietransitie, veiligheid op zee en vergroting leveringszekerheid. Draagt bij aan vermindering personeel inzet op Noordzee.
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed. Bij veel kennisinstellingen wordt kennis op terrein van robotisering en digitalisering onderhoud ontwikkeld. Dat geldt ook voor bedrijven, veelal MKB en startups.
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Ruime interesse; Zowel bedrijven als kennisinstellingen zijn zeer geïnteresseerd in dit onderwerp. Coalitievorming bij meerdere projecten
Verdienvermogen en exportkansen	Goed. Een aantal NL-havens heeft potentieel zich verder te ontwikkelen tot maintenance hub voor de hele Noordzee. Innovatie in bovenstaande onderwerpen draagt bij aan versterking concurrentiepositie.
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Draagt bij aan betaalbaarheid energietransitie, veiligheid op zee en vergroting leveringszekerheid. Draagt bij aan vermindering personeel inzet op Noordzee.
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Digitalisering, AI, Sensoring; Bij Robotisering en Sensoring (zowel onder als boven water) komt veel digitalisering en AI aan de orde. Samenwerking met die programma's en sleutel technologieën is dus noodzakelijk. Dat kan ook in internationaal verband (Horizon, SET-plan). Mogelijkheden Groeifonds kunnen worden onderzocht.
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Zonder inzet op dit thema zullen de kosten van onderhoud gaan stijgen, zal onderhoud niet geoptimaliseerd kunnen worden door personeelstekort, en zal veiligheid en ecologie op de Noordzee geschaad worden. Het NL-verdienpotentieel wordt onvoldoende gerealiseerd.



<p>Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)</p>	<p>Totaaloordeel: Op basis van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase marktontwikkeling</li> <li>• Beoordeling kennispositie</li> <li>• Beoordeling economische positie en - potentieel</li> <li>• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</li> </ul>	<p>H Onvolwassen H H H</p>
<p>Innovatie-activiteiten</p>	<p>Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welke inspectie- en onderhoudstaken kunnen gerobotiseerd en/of geautomatiseerd worden?</li> <li>• Wat is nodig voor ontwikkeling self-healing/ self-repairing turbines?</li> <li>• Welke (robot)technologie moet daarvoor ontwikkeld worden?</li> <li>• Wat voor impact heeft robotisering en automatisering op het ontwerp en het bedrijf van de windturbine en het windpark?</li> <li>• Wat voor impact hebben mogelijke 'resident' drones op het ontwerp en het bedrijf van de windturbine en het windpark?</li> <li>• Wat zijn de mogelijkheden om onderwatermonitoring van offshore wind installaties te combineren met monitoring ecologie en aquacultuur?</li> <li>• Welke aanpassingen in regelgeving zijn nodig om robotisering te realiseren?</li> <li>• Hoe kunnen testmogelijkheden voor innovaties worden verruimd?</li> </ul>	
<p>TRL en instrumenten</p>	<p>TRL 4-8 Instrumenten: vooral MOOI, HER+, DEI (Meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema) Instrumenten zullen vooral MOOI en HER+ zijn. Een volle-schaal demonstratie is mogelijk in NL.</p>	
<p>Timing</p>	<p>In welk jaar doen we activiteiten? Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI. Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>	





## Deelprogramma 1 - Cost Reduction & Value Optimisation

### Subthema 1.2 - Optimal Energy Farm Design

#### Het betreft hier alle aspecten van optimalisering van ontwerp en aanleg van energieparken

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch/economisch; wanneer andere Noordzee gebruikers (energie-opwekkers, ecologische aspecten, etc.) worden geïntegreerd in offshore windparken, kunnen ook juridische aspecten een rol spelen over bijvoorbeeld eigenaarschap etc.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Sterk. Het technisch optimaliseren van een windpark in ontwerp is een belangrijke factor voor verdere kostenverlaging en opschaling van windenergie op zee.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Levert vooral bijdrage aan MMIP-doelstelling van kostenreductie.	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed. In Nederland zijn diverse ontwikkelaars actief, veelal met een internationaal karakter. De Nederlandse installatiebedrijven zijn sterk vernieuwend en internationaal actief. De Nederlandse kennisinstellingen hebben een goede positie, ook internationaal. Vooral op het terrein van ontwerp van offshore windparken met koppeling aan waterstofproductie en offshore solar is Nederland een van de koplopers.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Sterk. Bedrijven en kennisinstellingen zijn zeer geïnteresseerd.	
Verdienvermogen en exportkansen	Heel goed. De ontwikkelde windparken zijn winstgevend. Offshore constructiebedrijven werken over de hele wereld. M.b.t. waterstofproductie en koppeling met offshore solar kan Nederland internationaal een speler van formaat worden.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Dit programma levert bijdrage aan betaalbaarheid energietransitie en maatschappelijke inpassing van energieproductie op zee.	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Mogelijk koppeling met NGF-projecten waterstof op zee en internationale programma's op dit terrein.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	We zullen het tempo missen om de realisatie van geïnstalleerd vermogen en kostenverlaging te bewerkstelligen. We zullen exportkansen missen.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van: <ul style="list-style-type: none"> <li>Fase marktontwikkeling</li> </ul>	H  Volwassen voor wind/ onvolwassen



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beoordeling kennispositie</li> <li>• Beoordeling economische positie en -potentieel</li> <li>• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</li> </ul>	voor koppeling met waterstof/ solar  H H H
Innovatie-activiteiten	Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wat is de impact van koppeling aan waterstofproductie en -opslag en offshore solar op het ontwerp van windparken?</li> <li>• Hoe kan de capaciteitsfactor worden verhoogd, vooral bij lage windsnelheden?</li> <li>• Hoe kan de supply chain worden geoptimaliseerd?</li> <li>• Hoe kunnen zog-effecten binnen en tussen windparken worden geoptimaliseerd?</li> </ul>	
TRL en instrumenten	TRL 4-8 <i>Instrumenten:</i> vooral MOOI, HER+, DEI (Meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema).	
Timing	In welk jaar doen we activiteiten? Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI. Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.	



## Deelprogramma 1 - Cost Reduction & Value Optimisation

### Subthema 1.3 - Balance of Plant Optimisation

**Het betreft hier alle aspecten die verband houden met de bouw en installatie van ondersteuningsconstructies en elektrische infrastructuur binnen de energieparken.**

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch/economisch.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Is belangrijk onderwerp in kader van benodigde kosteneffectieve opschaling van windenergie op zee.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Bijdrage aan kostenreductie	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	NL is vooral sterk in de installatiekant van het proces/offshore constructie en bouw van monopiles. Daarnaast ook goede kennispositie op terrein van designtools en modellering locatiegegevens.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Goed	
Verdienvermogen en exportkansen	Vormt belangrijke component in value chain Wind op Zee, ook internationaal. Goede exportkansen.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Bijdrage aan betaalbaarheid energietransitie	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Link met ecologie (geluidsreductie bij heien monopiles). Bevordering gebruik groen staal.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Verdienvermogen en exportkansen.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van:	H
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase marktontwikkeling</li> <li>Beoordeling kennispositie</li> <li>Beoordeling economische positie en -potentieel</li> <li>Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</li> </ul>	Volwassen H H H
Innovatie-activiteiten	Beschrijving verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Innovaties zullen zich met name richten op het optimaliseren van het installatieproces: meer onderdelen per schip, eenvoudigere en dus snellere installatie, kleinere schepen, etc.</li> <li>Versnelling installatietempo is essentieel. Digitalisering en robotisering is daarbij relevant</li> <li>Verbeteren werkbaarheid door ontwikkelen innovatieve bewegingscompensatie systemen</li> <li>Ontwikkelen slimme installatieconcepten</li> </ul>	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovaties in port infrastructure en logistiek</li> <li>• Stimuleren ontwerp van fundatie en toren voor snelle off-shore assemblage</li> <li>• Ontwikkelen technologie voor snelle en volledige ontmanteling van windparken</li> <li>• Geluidsreductie bij installatie-proces is essentieel om binnen ecologische randvoorwaarden te blijven.</li> </ul>
TRL en instrumenten	<p>TRL 4-8                  Instrumenten: vooral MOOI, HER+, DEI                  (Meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema)</p>
Timing	<p>In welk jaar doen we activiteiten?                  Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI.                  Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>



## Deelprogramma 1 - Cost reduction & Value Optimisation

### Subthema 1.4 - Standardisation and Industrialisation

Het betreft hier alle innovaties die te maken hebben met standaardisatie van turbines en industrialisatie van het productieproces van windturbines, waaronder innovaties die bevorderd worden door grenzen te stellen aan de turbinegrootte.

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch/economisch.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Indirect: standaardisatie en industrialisatie kan een belangrijke bijdrage leveren aan verdere kostenreductie van windenergie op zee en het aanlegtempo verhogen. Daarnaast meer mogelijkheden voor circulariteit.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Zie boven	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Redelijk tot goed; Opvoeren van de productie als gevolg van Standaardisatie en industrialisatie zal leiden tot hoger aanlegtempo. Op dit gebied heeft NL sterke positie.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Er is binnen de windsector discussie gaande over voor- en nadelen van grotere turbines versus maximering van turbine- grootte en inzet op standaardisatie en industrialisatie.	
Verdienvermogen en exportkansen	Goed; Versnelling aanlegtempo leidt tot snellere groei van verdienvermogen en exportkansen. Kan ook leiden tot efficiënter onderhoud en meer mogelijkheden tot robotisering in aanleg en onderhoud.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Standaardisatie en industrialisatie kan mogelijk tot arbeidsbesparing leiden.	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Nog niet duidelijk. Mogelijk MMIP Maritiem en Digitalisering.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	We missen mogelijkheid om kosten te reduceren en aanlegtempo te versnellen.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Op basis van: Totaaloordeel	H
	• Fase marktontwikkeling	Volwassen
	• Beoordeling kennispositie	H
	• Beoordeling economische positie en - potentieel	H
	• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen	H



Innovatie-activiteiten	<p>Verwachte speerpunten/ te beantwoorden kennisvragen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoe kan een windturbine zo worden ontworpen dat installatie en onderhoud sneller en makkelijker kan? Welke rol speelt modulair ontwerp hierbij?</li> <li>• Welke kostenreducties zijn hiermee mogelijk?</li> <li>• Op welke wijze kan standaardisatie bijdragen aan circulariteit?</li> <li>• Hoe kan standaardisatie leiden tot optimalisering levensduur windparken?</li> <li>• Hoe kan de windsector de transitie naar standaardisatie/industrialisatie vormgeven?</li> </ul>
TRL en instrumenten	<p>TRL 4-8</p> <p>Instrumenten: vooral MOOI, HER+, DEI (meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema).</p>
Timing	<p>In welk jaar doen we activiteiten?</p> <p>Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI.</p> <p>Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>



## Deelprogramma 1 - Cost reduction & Value Optimisation

### Subthema 1.5 - Wind Turbine Technologies

Het betreft hier innovaties die te maken hebben met uiteenlopende technieken voor het winnen van windenergie op zee

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch/economisch.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Ja, Is belangrijk voor kostenefficiënte opschaling van windenergie op zee.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Draagt bij aan realisatie kostenreductie doelstelling MMIP.	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed bij kennisinstellingen, beperkt bij bedrijven NL is geen bouwer van grote turbines. Wel leverancier van componenten, zoals bijvoorbeeld bladen. Ook innovatief met bijv. kite-technologie. Heeft positie met testen onshore.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Bij bedrijven beperkt tot voldoende, meer bij kennisinstellingen. Zie boven	
Verdienvermogen en exportkansen	Beperkt.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Draagt bij aan betaalbaarheid energietransitie.	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Onduidelijk.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Niet veel, hebben beperkte positie.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van:	M
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase marktontwikkeling</li> <li>Beoordeling kennispositie</li> <li>Beoordeling economische positie en -potentieel</li> <li>Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</li> </ul>	Volwassen H L M
Innovatie-activiteiten	Beschrijving verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen <ul style="list-style-type: none"> <li>Wat voor impact heeft de voorziene ontwikkeling van de windturbine markt op het ontwerp? Modulair ontwerp als voorbeeld van industrialisatie kan bijvoorbeeld tot leiden deelbare bladen.</li> <li>Wat is de impact van robotisering en automatisering op het turbine-ontwerp? (En omgekeerd)</li> <li>Welke kennisbasis is noodzakelijk om onderhoudsfunctie goed in te vullen?</li> </ul>	
TRL en instrumenten	TRL 4-8	



	Instrumenten: vooral MOOI, HER+, DEI (Meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema)
Timing	In welk jaar doen we activiteiten? Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI. Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.





## Deelprogramma 1 - Cost reduction & Value Optimisation

### Subthema 1.6 - Floating Solar

Het betreft hier innovaties die te maken hebben met alle facetten van aanleg en exploitatie van drijvende zonnepanelen op zee

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Vooral Technisch/economisch; Floating solar staat nog voor grote technische uitdagingen, daarnaast zullen de kosten sterk moeten worden verlaagd om tot een acceptabele business case te komen.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Draagt bij aan kosteneffectieve uitrol wind op zee; Floating solar kan bijdragen aan netstabilisatie en betere benutting van de elektrische aansluiting van windparken op zee.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Zie boven.	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed; Nederland beschikt over goede expertise op gebied van solar-technologie, en daarnaast heeft de maritieme sector en goede positie op terrein van ontwerp en bouw van floaters, mooring systems en installatie van grote systemen op zee.	
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Redelijk; Op dit moment zijn vooral kleinere bedrijven bezig met ontwikkeling van prototypes en pilots. Opschalingsfase is nog niet echt begonnen.	
Verdienvermogen en exportkansen	Floating solar bevindt zich nog in relatief vroege ontwikkelfase. Op langere termijn is er perspectief op verdienvermogen en exportkansen. Markt moet zich verder ontwikkelen om schaalvoordelen te realiseren.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Floating solar kan mogelijk bijdragen aan efficiënter ruimtegebruik op de Noordzee. Nader onderzoek naar ecologische effecten is nodig.	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Wellicht aansluiting bij internationale programma's mogelijk. Crossover met TKI Maritiem en MMIP2 (solar).	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Kans op ontwikkeling van verdienvermogen en exportmarkt. Floating Solar kan mogelijk ook efficiënt middel zijn voor netbalancing.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van: <ul style="list-style-type: none"> <li>Fase marktontwikkeling</li> <li>Beoordeling kennispositie</li> <li>Beoordeling economische positie en - potentieel</li> <li>Bijdrage aan behalen MMIP- doelstellingen</li> </ul>	M  Onvolwassen H M M
Innovatie-activiteiten	Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grotere pilots/demonstraties op de Noordzee zijn noodzakelijk. Wat is de impact van offshore condities op de opbrengst en kosten?</li> <li>• Hoe te zorgen voor een stabiele technologie inclusief goed onderhoud?</li> <li>• De kosten van offshore solar zullen nog sterk naar beneden moeten voor een positieve business case. Verlaging LCoE door opbrengstverhoging, verlaging CAPEX en OPEX en verlenging levensduur installaties;</li> <li>• Opschaling is hiervoor van groot belang, bijvoorbeeld i.k.v. tenders wind op zee</li> <li>• Hoe fouling te voorkomen/verwijderen?</li> <li>• Welke soorten floaters en mooring systemen zijn het meest kosten efficiënt?</li> <li>• Hoe kunnen risico's worden verminderd (storingen, vervuiling en slijtage van systeem en componenten, maatschappelijke acceptatie)</li> <li>• Hoe kan circulariteit van materialen en componenten worden verbeterd?</li> <li>• Wat is optimale operations en maintenance strategie?</li> </ul>
TRL en instrumenten	<p>TRL 4-8                      Instrumenten: vooral MOOI, HER+, DEI                      (Meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema)                      HER+, evt. Groiefonds project voor een grotere pilot op zee                      Opschaling bevorderen door vormgeving tenders wind op zee (schaalvergroting draagt bij aan marktcreatie).</p>
Timing	<p>In welk jaar doen we activiteiten?                      Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI.                      Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>



## Deelprogramma 1 - Cost reduction & Value Optimisation

### Subthema 1.7 - Floating Offshore Wind Farms & Alternatives for Deeper Water

Het betreft hier innovaties die te maken hebben met alle aspecten van ontwerp, aanleg en exploitatie van drijvende windturbines op zee, alsmede bottom fixed alternatieven voor drijvende installaties in diepere wateren.

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Vooral Technisch/economisch; Er zijn nog technische uitdagingen om tot een rendabele business case te komen.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Indirect; Offshore Floating wind zal vooral in andere Europese landen en daarbuiten bijdragen aan realiseren van opschaling windenergie op zee. Daarnaast zal innovatie in Floating windtechnologie mogelijk ook bijdragen aan innovatie in bottom fixed windenergie.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Offshore wind draagt bij aan versterking economische basis op langere termijn voor de NL-windsector. Opgedane kennis kan ook ten bate komen van fixed bottom offshore wind en Floating solar.	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Redelijk/ goed; Nederlandse offshore sector heeft goede positie bij installatie van Floating windparken, mooring systems e.d. Maritieme sector kan floaters bouwen.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Goed; Bedrijfsleven en kennisinstellingen zijn geïnteresseerd.	
Verdienvermogen en exportkansen	Goed. Gezien geringe diepte NL-deel van Noordzee is Floating wind vooral een exportproduct. Mogelijkheden in het Caribisch gebied als onderdeel van het Nederlands Koninkrijk.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Offshore wind draagt bij aan versterking economische basis NL-windsector.	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Mogelijk aansluiting bij internationale programma's; EU zet in op opschaling Floating wind buiten Noordzeegebied. Aansluiting bij EU Innovatieprogramma's denkbaar. Cross-over met TKI Maritiem.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Verdienvermogen en exportkansen voor NL-industrie. Investeren in Offshore wind draagt bij aan versterking van economische basis NL-windindustrie.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van: <ul style="list-style-type: none"> <li>Fase marktontwikkeling</li> <li>Beoordeling kennispositie</li> <li>Beoordeling economische positie en -potentieel</li> <li>Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</li> </ul>	H  Onvolwassen H H M



Innovatie-activiteiten	<p>Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoe kan een geoptimaliseerd, integraal ontwerp van floaters en turbine zorgen voor een verdere kostenverlaging en opbrengstverhoging?</li> <li>• Wat voor soort regelstrategieën zijn nodig voor een optimale operatie van Floating windturbines en parken?</li> <li>• Welke mooring and anchoring technieken zijn optimaal, in combinatie met welke onderhoud strategieën, zijn nodig voor een stabiele operatie?</li> </ul>
TRL en instrumenten	<p>TRL 4-8                  Instrumenten: vooral MOOI, HER+, DEI                  (Meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema).</p>
Timing	<p>In welk jaar doen we activiteiten?                  Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI.                  Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>



## Deelprogramma 2 – Integrated Offshore Energy Systems

### Subthema 2.1 – Market System

Het betreft hier innovaties die te maken hebben met aanpassing van het marktsysteem voor (hernieuwbare) energie, voor zover relevant voor de energiewinning op zee

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Economisch/juridisch.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Indirect. Doelstellingen kunnen worden gehaald als bedrijven massaal instappen en mee blijven doen. Ze zullen dat alleen doen als er positieve business cases zijn.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Ja; Een goed functionerend marktsysteem draagt bij aan positieve business cases voor de grootschalige implementatie van offshore wind. Draagt bij aan de beoogde kostenreductie.	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed; Binnen kennisinstellingen en industrie is er goed zicht op marktdynamiek.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Aanwezig. Het gaat hierbij vooral over de vertaling van technische aspecten (dynamische windgeneratie, koppeling met waterstof en opslag) naar de verschillende, opkomende markten.	
Verdienvermogen en exportkansen	Nieuwe markten zullen opkomen en ook nieuwe verdienmodellen. De technische kennis daarachter (windparkregeling, hpp regeling) is exporteerbaar.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Een goed functionerend marktsysteem draagt bij aan betaalbaarheid van de energietransitie en aan leveringszekerheid.	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Onderwerp ligt primair op terrein van MMIP 13, waar met name vanuit technisch aspect naar de markt wordt gekeken. De juridische kant (regelgeving m.b.t. (Europese) energiemarkt ligt bij ministerie van EZK.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Voor slagen energietransitie zal marktsysteem zich moeten aanpassen.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase marktontwikkeling</li> <li>• Beoordeling kennispositie</li> <li>• Beoordeling economische positie en -potentieel</li> <li>• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</li> </ul>	M  Volwassen H M  M
Innovatie-activiteiten	Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welke nieuwe markten en businessmodellen komen op met de energietransitie?</li> </ul>	



	<ul style="list-style-type: none"><li>• Welke technische uitdagingen horen daarbij, zoals op het vlak van windparkregeling en hybride power plant regeling?</li></ul>
TRL en instrumenten	TRL 4-8 Instrumenten: <b>vooral losse</b> onderzoeksopdrachten, evt. als onderdeel van MOOI tender.
Timing	In welk jaar doen we activiteiten? Onderzoeksopdrachten kunnen elk jaar worden ingezet. Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.



## Deelprogramma 2 - Integrated Offshore Energy Systems

### Subthema 2.2 - Offshore Energy Infrastructures

Het betreft hier innovaties die te maken hebben met alle aspecten van ontwikkeling, aanleg en exploitatie van vaste structuren voor transport van energie binnen energieparken en van energieparken naar land

Criterion	Toelichting												
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch/economisch, secundair juridisch. Het gaat in eerste instantie om ontwikkeling van technieken en een rendabele business case daarvoor. Ook de regelgeving m.b.t. gebruik van deze infrastructuur moet worden aangepast i.r.m. ontwikkeling nieuwe marktmodellen. Daarnaast is tijdig regelen interconnectie nodig.												
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	De opschaling van energieproductie op de Noordzee vergt adequate aanpassing van de energie-infrastructuur op de Noordzee.												
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Zie boven												
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed; Bij veel kennisinstellingen wordt kennis op terrein van energie-infra ontwikkeld. Dat geldt ook voor bedrijven, waaronder ook MKB.												
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Ruim; Dit thema wordt door bedrijven en kennisinstellingen als cruciaal voor de energietransitie beschouwd. Daarom veel belangstelling, o.m. blijkend uit MOOI-tenders.												
Verdienvermogen en exportkansen	Goed; Dit onderwerp speelt niet alleen in Nederland, maar ook internationaal. De kennis levert kan dus exportkansen opleveren.												
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Een optimale ontwikkeling van de energie-infrastructuur draagt bij aan betaalbare opschaling, netstabilisatie en leveringszekerheid.												
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Ontwikkeling van waterstofproductie op zee vergt afstemming met waterstofprogramma. Leent zich goed voor groeifonds en internationale programma's (Horizon en SET-plan).												
Wat missen we als we dit niet oppakken?	De energietransitie loopt vast als we de op de Noordzee geproduceerde energie niet in Nederland of deels in buitenland kunnen afzetten.												
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	<table border="0"> <tr> <td>Totaaloordeel:</td> <td style="text-align: right;">H</td> </tr> <tr> <td>Op basis van:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Fase marktontwikkeling</td> <td style="text-align: right;">Onvolwassen</td> </tr> <tr> <td>• Beoordeling kennispositie</td> <td style="text-align: right;">H</td> </tr> <tr> <td>• Beoordeling economische positie en -potentieel</td> <td style="text-align: right;">H</td> </tr> <tr> <td>• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</td> <td style="text-align: right;">H</td> </tr> </table>	Totaaloordeel:	H	Op basis van:		• Fase marktontwikkeling	Onvolwassen	• Beoordeling kennispositie	H	• Beoordeling economische positie en -potentieel	H	• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen	H
Totaaloordeel:	H												
Op basis van:													
• Fase marktontwikkeling	Onvolwassen												
• Beoordeling kennispositie	H												
• Beoordeling economische positie en -potentieel	H												
• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen	H												



<p>Innovatie-activiteiten</p>	<p>Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Koppeling tussen de verschillende energieopwek en -opslagsystemen (wind, waterstof, solar etc.) zal essentieel zijn en daarvoor moeten allereerst de technische barrières worden geslecht. Dit geldt zowel offshore als onshore.</li> <li>• Dit geeft input aan een financiële analyse op basis waarvan een optimale energie-infrastructuur kan worden bepaald. Bijv. offshore elektrolyse binnen een windturbine, offshore elektrolyse op een transformator station, onshore elektrolyse, etc.</li> <li>• Hierbij wordt de netto capaciteitsfactor van offshore energieparken sterk verhoogd; energieparken bestaan dan mogelijk uit verschillende opwekking technologieën, conversie en opslag van energie.</li> </ul>
<p>TRL en instrumenten</p>	<p>TRL 4-8 Instrumenten: vooral MOOI, HER+, DEI (Meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema).</p>
<p>Timing</p>	<p>In welk jaar doen we activiteiten? Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI. Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>





## Deelprogramma 2 - Integrated Offshore Energy Systems

### Subthema 2.3 - Flexibility Solutions

Het betreft hier innovaties die te maken hebben met de invoering van hernieuwbare energie op zee in het landelijke netwerk, alsmede technieken om de netbalancering te versterken, onder meer door opslag en conversie van elektriciteit naar gasvormige energiedragers.

Criterion	Toelichting												
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch/economisch; Er moeten nog veel technische en economische uitdagingen worden opgelost.												
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Zonder flexibiliteit in energiesysteem zal energietransitie vertragen.												
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Flexibiliteit in energiesysteem is noodzakelijk om hernieuwbare energie efficiënt in het energiesysteem in te voeden en het net te balanceren.												
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed; Zowel bij bedrijven als kennisinstellingen is ruime kennis beschikbaar.												
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Groot; Alle partijen zien de noodzaak van dit onderwerp en willen hieraan meewerken.												
Verdienvermogen en exportkansen	Goed; Dit onderwerp speelt niet alleen in Nederland, maar ook internationaal. Aanwezige kennis is bron voor verdienvermogen NL-industrie en exportkansen.												
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Ja; Flexibiliteit in energiesysteem vergroot leveringszekerheid tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten.												
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Veel dwarsverbanden met andere subthema's en programma's, bijv. Crossovers met Waterstofprogramma, MMIP's E&I en Systeemintegratie en Digitalisering. Potentie voor groeifondsprojecten. Mogelijk link met internationale programma's.												
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Zonder flexibiliteit in energiesysteem zal energietransitie vertragen en duurder worden. Economische kansen worden niet verzilverd												
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	<table border="1"> <tr> <td>Totaaloordeel:</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>Op basis van:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Fase marktontwikkeling</td> <td>Onvolwassen</td> </tr> <tr> <td>• Beoordeling kennispositie</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>• Beoordeling economische positie en - potentieel</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</td> <td>H</td> </tr> </table>	Totaaloordeel:	H	Op basis van:		• Fase marktontwikkeling	Onvolwassen	• Beoordeling kennispositie	H	• Beoordeling economische positie en - potentieel	H	• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen	H
Totaaloordeel:	H												
Op basis van:													
• Fase marktontwikkeling	Onvolwassen												
• Beoordeling kennispositie	H												
• Beoordeling economische positie en - potentieel	H												
• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen	H												
Innovatie-activiteiten	Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwikkeling en industrialisatie van systemen voor conversie van elektriciteit naar andere energiedragers.</li> <li>• Ontwikkeling en industrialisatie van systemen voor opslag van elektriciteit en andere energiedragers.</li> </ul>												



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alleen kijkend naar de op zee gegenereerde wind elektriciteit zullen de innovaties met name in windparkregelingen zitten om de flexibele vraag beter te matchen met het flexibele aanbod.</li> <li>• Daarnaast zullen er innovaties zijn in de koppeling van de sectoren (sterk samenhangend met fiche 2.1 en 2.2).</li> <li>• Ook hierbij zullen regelingen (hybride power plant controllers en energie managementsystemen) een belangrijke rol spelen.</li> </ul>
TRL en instrumenten	<p>TRL 4-8</p> <p>Instrumenten: vooral Groeifonds, MOOI, HER+, DEI (meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema).</p>
Timing	<p>In welk jaar doen we activiteiten?</p> <p>Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI.</p> <p>Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>



## Deelprogramma 2 - Integrated Offshore Energy Systems

### Subthema 2.4 - Energy Islands

Het betreft hier innovaties die te maken hebben met ontwerp, aanleg en exploitatie van multifunctionele energie-eilanden, waarop meerdere energiefuncties en niet-energie functies (zoals medegebruik voor visserij, aquacultuur en natuurontwikkeling) worden samengebracht. Energie-eilanden kunnen de vorm hebben van eilanden, maar ook van kunstmatige platforms of hybride constructies.

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, Economisch en juridisch. Een energie-eiland is technisch gecompliceerd en kostbaar. Daarnaast ook juridisch complex i.v.m. eigendomsverhoudingen tussen verschillende functies op het eiland.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Draagt bij aan doelen klimaatbeleid. Grootscheepse opschaling van windparken op de Noordzee lijkt niet mogelijk zonder aanleg van een of meerdere energie-eilanden.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Draagt bij aan optimalisering (internationale) grid, en daarmee aan systeemintegratie t.b.v. optimale invoeding in netwerk en kosteneffectieve netbalancerings.	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed; Nederland bezit grote kennis en ervaring op het terrein van waterbouw en van aanleg van energie-infrastructuur.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Goed; Er zijn veel bedrijven en kennisinstellingen die geïnteresseerd zijn in aanleg en exploitatie van een energie-eiland.	
Verdienvermogen en exportkansen	Goed; Een energie-eiland biedt veel economische kansen voor het bedrijfsleven, ook export. Een NL- showcase kan dit ondersteunen.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Draagt bij aan kosteneffectieve opschaling van energie op zee en daarmee betaalbaarheid van energietransitie en leveringszekerheid.	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Mogelijk aansluiting bij internationale programma's en/of groeifonds. Crossover met ecologie en co-use windparken.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Energy Islands kunnen grote bijdrage gaan leveren aan uitrol wind op zee en systeemintegratie. Daarnaast economische kansen voor bedrijfsleven.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase marktontwikkeling</li> <li>• Beoordeling kennispositie</li> <li>• Beoordeling economische positie en - potentieel</li> <li>• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</li> </ul>	H  Onvolwassen H H H
Innovatie-activiteiten	Verwachte speerpunten/te beantwoorden: kennisvragen	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integratie wind- zon en evt. andere energie en energieopslag</li> <li>• De belangrijkste vraagstukken zullen voornamelijk gaan over de functionaliteit van het energie-eiland met het oog op sectorkoppeling: elektriciteitsoverslagstation? Waterstofproductieplatform? etc.</li> <li>• Welke verbindingen zullen er zijn met welke windparken en hoe is de connectie met land? Dit geldt zowel binnen als buiten de landsgrenzen van NL.</li> <li>• Daarnaast zal een energie-eiland innovaties op het gebied van onderhoud een enorme boost geven.</li> <li>• Nader onderzoek naar potenties multifunctionaliteit eiland (andere functies dan energie zoals bijv. visserij, natuurversterking e.d.). Ook 'hotelfunctie' t.b.v. gebruikersfuncties op zee.</li> </ul>
TRL en instrumenten	<p>TRL 4-8</p> <p>Instrumenten: vooral Groiefonds, MOOI, HER+, DEI. Losse opdrachten voor juridische aspecten. (meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema).</p>
Timing	<p>In welk jaar doen we activiteiten?</p> <p>Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI.</p> <p>Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>



## Deelprogramma 3 – Spatial, Environmental and Societal Integration

### Subthema 3.1 – Net Positive Contribution to the Ecology

Het betreft hier innovaties die te maken hebben met methodes om natuur te versterken door vooral mitigerende en compenserende maatregelen

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Vooraf technisch/ecologisch.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Voor slagen energietransitie zullen ecologische condities in Noordzee moeten worden verbeterd, ter voorkoming van situatie dat ecologie harde belemmering gaat vormen voor verdere uitrol van energieproductie op zee.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en missie	Zie boven	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed. Er is en wordt al veel kennis opgebouwd bij onderzoeksinstituten, NGO's en bedrijven. KEC heeft voorbeeldfunctie.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Ruim; sector realiseert zich belang van ecologische vooruitgang.	
Verdienvermogen en exportkansen	Opgebouwde kennis kan vermarkt worden in buitenland.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Draagt bij aan ecologisch verantwoorde inpassing van opschaling energie op zee.	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Programma Duurzame Noordzee; natuurontwikkeling binnen windparken kan niet zonder natuurontwikkeling buiten de windparken.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Slechte staat van ecologie kan verdere uitrol van energie op zee gaan belemmeren.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase marktontwikkeling</li> <li>• Beoordeling kennispositie</li> <li>• Beoordeling economische positie en -potentieel</li> <li>• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</li> </ul>	H  Onvolwassen H M  H
Innovatie-activiteiten	Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderzoek naar mogelijkheden om m.b.v. digitale technieken met sensing en prediction beter real time inzicht te krijgen in (vogel)migratiestromen.</li> <li>• Ontwikkeling en demonstratie van oplossingen voor mitigatie van negatieve effecten op ecologie en versterken van positieve interactie met ecologie.</li> </ul>	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwikkeling en demonstratie van oplossingen voor versterking van bedreigde populaties, ook op land buiten de windparken.</li> <li>• Wat is de impact van offshore wind op de ecologie?</li> <li>• Hoe te transformeren van het minimaliseren van de impact van offshore wind naar het optimaliseren van co-existentie?</li> <li>• Welke natuur-inclusieve ontwerpcriteria (Nature Inclusive Design NID) kunnen worden gedefinieerd?</li> </ul>
TRL en instrumenten	<p>TRL 4-8, daarnaast TRL 1-3</p> <p>Instrumenten: vooral MOOI, HER+, DEI, daarnaast NWO-calls voor ontwikkeling en disseminatie van kennis voor mitigatie/compensatie effecten op ecologie.</p> <p>(Meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema)</p> <p>Daarnaast kan innovatie op het terrein van ecologie in de criteria voor tenders voor wind op zee worden opgenomen.</p>
Timing	<p>In welk jaar doen we activiteiten?</p> <p>Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI.</p> <p>Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>



## Deelprogramma 3 - Spatial, Environmental and Societal Integration

### Subthema 3.2 - Multi-use Offshore Wind Farms

Het betreft hier innovaties die te maken hebben met methodes om duurzame multi use door andere functies, zoals visserij en aquacultuur te bevorderen

Criterion	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch, economisch.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Indirect, is onderdeel Noordzee Akkoord.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Ja, zie boven	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goed. Er wordt veel kennis ontwikkeld op dit terrein.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Ja. Windsector, NGO's en onderzoeksinstituten zien belang van dit thema in.	
Verdienvermogen en exportkansen	Kennis kan worden vermarkt.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Ja, versterking natuur en mogelijkheden voor visserij dienen maatschappelijk belang.	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Programma Duurzame Noordzee, TKI Agro.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Maatschappelijk draagvlak voor verdere uitrol energie op zee	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van:	M
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase marktontwikkeling</li> <li>Beoordeling kennispositie</li> <li>Beoordeling economische positie en -potentieel</li> <li>Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</li> </ul>	Onvolwassen H M M
Innovatie-activiteiten	Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Ontwikkelen Offshore multi use pilots waarin samenwerking tussen windpark en andere gebruikers (visserij, aquacultuur) wordt gedemonstreerd.</li> </ul>	
TRL en instrumenten	TRL 4-8 Instrumenten: vooral MOOI, HER+, DEI (Meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema).	
Timing	In welk jaar doen we activiteiten? Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI. Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.	



## Deelprogramma 3 - Spatial, Environmental and Societal Integration

### Subthema 3.3 - Zero Emission Transport Offshore Energy Farms

Het betreft hier innovaties die te maken hebben met het terugdringen van emissies zoals CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> die vrijkomen bij transport en installatiewerkzaamheden in energieparken

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch/economisch.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Zero emission in windparken op zee draagt bij aan terug dringen van emissies van CO <sub>2</sub> en andere emissies, zoals stikstof.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Draagt bij aan MMIP-doelstelling m.b.t. zero emissie	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Goede kennispositie. Zowel bij bedrijven als kennisinstellingen wordt gewerkt aan ontwikkeling van emissievrije vaartuigen.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Goed	
Verdienvermogen en exportkansen	Er zijn goede kansen voor de NL-scheepsbouw.	
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Draagt bij aan terugdringen emissies op zee	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Trekenschap ligt vooral bij TKI Maritiem.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Verdienvermogen en exportkansen.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fase marktontwikkeling</li> <li>• Beoordeling kennispositie</li> <li>• Beoordeling economische positie en -potentieel</li> <li>• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen</li> </ul>	H  Volwassen/ onvolwassen H H M
Innovatie-activiteiten	Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkleining o.m. CO<sub>2</sub> footprint windparken door zero emissie transport</li> <li>• Vooral innovatie nodig om grotere installatieschepen zero emissie te maken. Kleinere schepen voor vervoer personen kan nu al.</li> <li>• Vormgeving Laadinfrastructuur op zee voor zero emissieschepen</li> </ul>	
TRL en instrumenten	TRL 4-8, daarnaast TRL1 -3 Instrumenten: vooral MOOI, HER+, DEI, (meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema). Ook specifieke instrumenten voor maritieme innovatie.	





Timing

In welk jaar doen we activiteiten?  
Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI.  
Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.



## Deelprogramma 3 - Spatial, Environmental and Societal Integration

### Subthema 3.4 - Circular Energy Farms & Raw Materials

Het betreft hier innovaties die ten doel hebben allerlei vormen van circulariteit (Reduce, Reuse, Repurpose, Recycle) in offshore energieparken te bevorderen. Onder dit subthema valt ook terugdringing van gebruik van schaarse grondstoffen zoals zeldzame aardmetalen en het ontwikkelen van alternatieven hiervoor

Criterion	Toelichting										
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Technisch/Economisch/Juridisch; Er zijn nog grote technische en economische uitdagingen om windparken volledig circulair te maken. Daarbij kan ook regelgeving (bijvoorbeeld in tendervoorschriften) een rol spelen bij marktcreatie. Daarnaast spelen schaarste aan bepaalde materialen en geopolitieke aspecten daarvan.										
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Ja, Circulariteit is kabinetsprioriteit.										
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Dit subthema draagt bij aan bereiken doel van circulaire windparken in 2040.										
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Redelijk/Goed; Nederlands heeft in zijn algemeenheid goede positie op terrein materialenonderzoek en composieten.										
Interesse bij bedrijven/kennisinstellingen	Redelijk; Vooral interesse bij startups/MKB. Turbine leveranciers komen ook in beweging. Nog tijd nodig voor verdere kennisontwikkeling en opschaling. Markt is nog van beperkte omvang, maar gaat op termijn sterk toenemen.										
Verdienvermogen en exportkansen	Bevindt zich nog in ontwikkelfase. Vormen van circulariteit kunnen veel economische activiteiten opleveren, mogelijk ook exportkansen.										
Bijdrage aan brede welvaart en welzijn	Ja, Circulariteit levert bijdrage aan voorkomen afvalprobleem. Daarnaast kan toepassing van IMVO-eisen sociale problematiek in herkomstlanden verminderen.										
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Ja, Link met MMIP Circulaire Economie, internationale programma's, NWA-calls (schaarse materialen).										
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Toenemende materiaalschaarste kan tot vertraging in productie en kostenstijging leiden. Daarnaast afvalproblemen als bladen niet circulair worden. Winning zeldzame aardmetalen gaat gepaard met ecologische en MVI problemen.										
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	<table border="0"> <tr> <td>Totaaloordeel:</td> <td style="text-align: right;">H</td> </tr> <tr> <td>Op basis van:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Fase marktontwikkeling</td> <td style="text-align: right;">Groei naar volwassenheid</td> </tr> <tr> <td>• Beoordeling kennispositie</td> <td style="text-align: right;">H</td> </tr> <tr> <td>• Beoordeling economische positie en -potentieel</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> </table>	Totaaloordeel:	H	Op basis van:		• Fase marktontwikkeling	Groei naar volwassenheid	• Beoordeling kennispositie	H	• Beoordeling economische positie en -potentieel	M
Totaaloordeel:	H										
Op basis van:											
• Fase marktontwikkeling	Groei naar volwassenheid										
• Beoordeling kennispositie	H										
• Beoordeling economische positie en -potentieel	M										



	• Bijdrage aan behalen MMIP-doelstellingen	H
Innovatie-activiteiten	<p>Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Circulaire bladen. Ontwikkeling herbruikbare composieten voor bladen.</li> <li>• Modulair ontwerpen t.b.v. re-manufacturing componenten</li> <li>• Circulariteit als grondbeginsel bij bladontwerp en het aero-elastische gedrag daarvan.</li> <li>• Vermindering gebruik zeldzame aardmetalen in turbine en betere recycling daarvan. Ontwikkeling alternatieven voor zeldzame aardmetalen</li> <li>• Circulaire magneten in turbines</li> <li>• Relatie tussen circulariteit en levensduurverlenging.</li> <li>• Onderzoek over hoe er met ICT een materialenpaspoort kan worden bijgehouden voor monitoring materiaalstromen in windparken (Carbon tracking)</li> </ul>	
TRL en instrumenten	<p>TRL 4-8</p> <p><i>Instrumenten:</i> vooral MOOI, HER+, DEI (meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema).</p> <p>Daarnaast NWO-calls voor materialenonderzoek gericht op vervanging zeldzame aardmetalen en ontwikkeling circulaire materialen (TRL 1-3).</p> <p>Daarnaast kan circulariteit in de criteria voor tenders voor wind op zee worden opgenomen en daarmee innovatie op dit terrein stimuleren.</p>	
Timing	<p>In welk jaar doen we activiteiten?</p> <p>Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI.</p> <p>Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>	



## Deelprogramma 3 - Spatial, Environmental and Societal Integration

### Subthema 3.5 - Human Capital

Het betreft hier ontwikkeling van programma's gericht op vergroting van de uitstroom van technisch opgeleide studenten op alle niveaus naar de offshore windsector. Daarnaast ook bevordering zij-instroom en bevordering ontwikkeling van leertrajecten gericht op offshore windindustrie

criterium	Toelichting	
Prioritair innovatie-onderwerp NL (technisch, economisch, juridisch, of sociaal)	Sociaal, Is arbeidsmarkt- en scholingsprobleem.	
Link met Coalitieakkoord of Fit For 55	Als arbeidsschaarste (vooral technisch personeel) niet wordt opgelost wordt energietransitie vertraagd.	
Bijdrage aan doelbereik MMIP en Missie	Zie boven.	
Internationale kennispositie Nederland (sterkte Nederlands innovatie-ecosysteem)	Matig; Ten opzichte van andere landen heeft NL altijd al minder arbeidskrachten met een technische opleiding gehad. Dit probleem wordt nu nog groter dan het al was.	
Interesse bij bedrijven/ kennisinstellingen	Onduidelijk; Het probleem wordt wel onderkend, maar er is nog te weinig probleemeigenaarschap bij bedrijven.	
Verdienvermogen en exportkansen	Wordt bedreigd; Als probleem niet wordt opgelost zullen verdienvermogen en exportkansen worden geschaad.	
Bijdrage een brede welvaart en welzijn	Betere aanpassing van arbeidsmarkt aan vereisten voor energietransitie.	
Aansluiting bij andere inzet (DST's, ST'en, andere KIA's, NGF-projecten, internationale programma's, regionale programma's)	Onduidelijk; Mogelijk aansluiting zoeken bij regionale arbeidsmarkt- en scholingsprogramma's.	
Wat missen we als we dit niet oppakken?	Energietransitie wordt vertraagd en economische schade.	
Prioriteit (H=hoog, M=midden, L=laag, 0=geen)	Totaaloordeel: Op basis van: <ul style="list-style-type: none"> <li>Fase marktontwikkeling</li> <li>Beoordeling kennispositie</li> <li>Beoordeling economische positie en -potentieel</li> <li>Bijdrage aan behalen MMIP- doelstellingen</li> </ul>	M  N.v.t. M M  H
Innovatie-activiteiten	Verwachte speerpunten/te beantwoorden kennisvragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Het veiliger en comfortabeler maken van het werken in offshore windparken (zie ook subthema 1.1.), het ontwikkelen van expertise op afstand (zie ook subthema 1.1.)</li> </ul>	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Het opleiden van voldoende personeel dat over de juiste kwalificaties beschikt.</li> <li>• Het aantrekkelijker maken van de offshore windsector voor toetreders tot arbeidsmarkt. (Offshore windactiviteiten beschouwen vanuit menselijk perspectief: zeedeining, overstap van CTV naar monopile, werken op hoogte etc. zie ook subthema 1.1.), doorontwikkelingsmogelijkheden werknemers</li> <li>• Verdere ontwikkeling fieldlabs, learning communities met onderwijsinstellingen en onderzoeksinstellingen, vergroting aantal stageplaatsen</li> </ul>
TRL en instrumenten	<p>TRL 4-8</p> <p>Instrumenten: vooral als onderdeel van MOOI, HER+, DEI projecten. (Meerdere mogelijkheden afhankelijk van specifieke subthema).</p>
Timing	<p>In welk jaar doen we activiteiten?</p> <p>Dat bepaalt vooral de markt bij HER+ en DEI.</p> <p>Voor MOOI wordt doorgaans een scope met een combinatie van kennisvragen vastgesteld. Het is nu niet te bepalen in welk jaar dit subthema daarin wordt meegenomen.</p>

