

# Meerjarig Missiegedreven InnovatieProgramma

# 1

## Hernieuwbare elektriciteit op zee



## Inhoud

Samenvatting .....	3
1 Inleiding.....	4
2 Samenhang van de deelprogramma's binnen het MMIP .....	5
3 Samenwerking en samenhang / Monitoring .....	7
3.1 Samenwerking en samenhang .....	7
3.2 Rol van de regio .....	10
3.3 Monitoring .....	11
4 Digitalisering, MVI, HCA en circulariteit.....	13
4.1 Digitalisering .....	13
4.2 Maatschappelijk Verantwoord Innoveren (MVI) .....	13
4.3 Human Capital Agenda (HCA) .....	14
4.4 Circulariteit.....	16
5 Beschrijving van Deelprogramma 1 .....	17
a) Programmatische aanpak .....	17
b) Stakeholders/actoren samenwerking.....	18
c) Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren .....	18
d) Monitoring en evaluatie.....	19
e) Communicatie, leren en disseminatie .....	19
6 Beschrijving van Deelprogramma 2 .....	20
a) Programmatische aanpak .....	20
b) Stakeholders/actoren samenwerking.....	21
c) Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren .....	21
d) Monitoring en evaluatie.....	21
e) Communicatie, leren en disseminatie .....	21
7 Beschrijving van Deelprogramma 3 .....	23
a) Programmatische aanpak .....	23
b) Stakeholders/actoren samenwerking.....	24
c) Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren .....	24
d) Monitoring en evaluatie.....	24
e) Communicatie, leren en disseminatie .....	24
Bijlage 1. Activiteiten binnen de deelprogramma's.....	26

## Samenvatting

Dit MMIP richt zich op het mogelijk maken van de benodigde schaa sprong voor offshore duurzame energie, vooral offshore windenergie, maar voor de langere termijn ook op offshore zonne-energie. Offshore zonne-energie heeft een groot potentieel en staat aan het begin van zijn ontwikkeling waarbij R&D zich vooral richt op technische en economische haalbaarheid.

Voor offshore wind is het evident dat de benodigde schaa sprong met de huidige stand van de techniek niet zonder meer mogelijk is. De opschaling loopt tegen knelpunten aan zoals hoge kosten, uitroltempo, offshore ruimtegebruik en veiligheid (zoals scheepvaart), ecologie en integratie van zeer grote hoeveelheden elektriciteit in het energiesysteem waaronder het realiseren van een hub voor het verbinden van offshore windparken.

De innovatieopgave van dit MMIP ligt in het oplossen van die knelpunten middels drie deelprogramma's en bijbehorende innovatiethema's:

1. Kostenreductie en optimalisatie (veilig en betaalbaar opschalen)
  - Zero breakdown & Robotisation
  - Optimal Wind Farm Design
  - Next Gen WTG
  - Balance of Plant optimisation
  - Floating Solar
2. Integratie in het energiesysteem (waaronder opslag en conversie)
  - Future Offshore Energy Infrastructure
  - Offshore Wind On Demand
  - Off-grid Offshore Wind Farms
3. Integratie in de omgeving (ecologie en multi-use)
  - Net Positive Contribution to the Ecology
  - Multi-Use of Offshore Wind Farms
  - Zero-Emission Circular Offshore Wind Farm

Het MMIP richt zich met deze thema's op technische, sociale, ruimtelijke, ecologische, economische en institutionele veranderingsvraagstukken op alle TRL's. Voor de korte termijn (resultaten binnen 5 jaar) ligt de nadruk vooral op het beschikbaar krijgen van slimme incrementele innovaties voor versnelling, acceptatie en veiligheid. Voor de middellange termijn (resultaten beschikbaar in de periode tot 2030) zijn structurele innovaties nodig voor verdere kostenreductie en de inpasbaarheid in het energiesysteem en omgeving, zoals het verhogen van de capaciteitsfactoren van windparken, nieuwe fundatietechnologie, digitalisering en robotisering van installatie en onderhoud. Voor de langere termijn (technologie beschikbaar na 2030) worden mogelijke doorbraken onderzocht zoals off-grid windparken, airborne wind, offshore zonne-energie en ocean-energy.

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).

## 1 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 eerdere berekeningen van PBL<sup>1</sup> is aangegeven dat de offshore windenergie component in de energiemix in 2050 voor Nederland dan zou moeten bestaan uit tussen de 35 GW (150 TWh) en 75 GW (320 TWh). Hiermee wordt niet alleen in een groot deel van de huidige elektriciteitsvraag voorzien, maar ook in de elektrificatie van de hele maatschappij. Het bestaande energiebeleid is nu gericht op de ontwikkeling van 10,6 GW offshore windenergie (49 TWh) in 2030 (Routekaart 2030<sup>2</sup>).

Als concrete doelstellingen voor dit MMIP gelden het, door onderzoek en innovatie, mogelijk maken van de ontwikkeling van 10,6 GW (49 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: een enorme schaa sprong. De opgave voor de elektriciteitssector is om in 2030 de CO<sub>2</sub>-emissies met ten minste 20,2 Mton te verminderen.

Dit MMIP richt zich op het, middels onderzoek en innovatie, mogelijk maken van die benodigde schaa sprong voor offshore duurzame energie. Vooral offshore windenergie, maar voor de langere termijn mogelijk ook op offshore zonne-energie 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 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.

Voor offshore wind is het evident dat de benodigde schaa sprong met de huidige stand van de techniek niet zonder meer mogelijk is: de opschaling loopt tegen knelpunten aan zoals hoge kosten, uitroltempo, offshore ruimtegebruik en veiligheid (zoals scheepvaart), ecologie en integratie van zeer grote hoeveelheden elektriciteit in het energiesysteem. De hoofdzakelijke innovatieopgave van dit MMIP ligt in het oplossen van die knelpunten middels drie thema’s die de deelprogramma’s van dit MMIP vormen:

- 1. Kostenreductie en optimalisatie (veilig en betaalbaar opschalen)**
- 2. Integratie in het energiesysteem (waaronder opslag en conversie)**
- 3. Integratie in de omgeving (ecologie en multi-use)**

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 windparken door middels innovaties hun concurrentiepositie te versterken.

Het MMIP richt zich met deze programmali jnen 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, acceptatie en veiligheid. Voor de middellange termijn (resultaten beschikbaar in de periode tot 2030) 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, nieuwe fundatietechnologie, digitalisering en robotisering van installatie en onderhoud. Voor de langere termijn (technologie beschikbaar na 2030) worden mogelijke doorbraken onderzocht zoals off-grid windparken, airborne wind, offshore zonne-energie en ocean-energy.

<sup>1</sup> PBL 2017, Verkenning van Klimaatdoelen ([link](#))

<sup>2</sup> Min. EZK 2019, Kamerbrief over de voortgang uitvoering routekaart windenergie op zee 2030 ([link](#))

## 2 Samenhang van de deelprogramma's binnen het MMIP

Om de grootschalige implementatie van offshore windvermogen te realiseren moeten bottlenecks worden opgelost door resultaten van de drie deelprogramma's van het MMIP 1:

- 1. Kostenreductie en optimalisatie (veilig en betaalbaar opschalen)**
- 2. Integratie in het energiesysteem (waaronder opslag en conversie)**
- 3. Integratie in de omgeving (ecologie en multi-use)**

De drie deelprogramma's adresseren specifieke knelpunten in de benodigde schaa sprong voor hernieuwbare energie op zee en zijn voor die schaa sprong noodzakelijk.

De onderwerpen binnen de deelprogramma's spreken verschillende expertise gebieden aan binnen het innovatiesysteem. Maar ze zijn niet onafhankelijk: zo hebben deelprogramma's 2 (Integratie in het energiesysteem) en 3 (Integratie in de omgeving) net zo zeer effecten op de kosten. Andersom kunnen kostenbesparende innovaties tot impact leiden op systeemintegratie en de omgeving. Ook zullen ruimtelijke vraagstukken een rol spelen bij de aanleg van energie-infrastructuur.

In de organisatie van het MMIP zal per deelprogramma rekening gehouden moeten worden met de effecten op de andere knelpunten en deelprogramma's zoals bij kosten en ecologie.

Concrete aangrijpingspunten kunnen hier bij voorbaat al worden genoemd:

### **Deelprogramma 1: Kostenreductie en optimalisatie**

MMIP 1 heeft als integraal streven de benodigde schaa sprong mogelijk te maken tegen zo laag mogelijke maatschappelijke kosten. Dit kan door het ontwikkelen van specifieke, veelal technische, oplossingen die tot kostenreductie of versnelling leiden. De doelstelling van zo laag mogelijke maatschappelijke kosten zal ook in de andere deelprogramma's een uitgangspunt moeten zijn. Het is echter niet zo dat de kosten in de gehele energieketen of energiesysteem daarmee ook in absolute zin omlaaggaan:

- Versterking van de ecologie in en rondom de offshore windparken zal ook invloed kunnen hebben op de kosten, zowel positief (bijv. mitigatie van vogelimpact met daarmee voorkomen van stilstandsverliezen) als negatief (bijv. kosten van geluidsmitigatie)
- Hoewel de schaa sprong zelf kostenvoordelen (schaalvoordelen) mogelijk maakt zal het verhogen van windvermogen in het elektriciteitsnet tot maatschappelijke kosten leiden vanwege aanpassingen van het huidige energiesysteem (systeemkosten).

### **Deelprogramma 2: Integratie in het energiesysteem**

Deelprogramma 2 (Integratie in het energiesysteem) adresseert daarom juist die inpassingsproblematiek en mogelijke oplossingen hiervoor zoals opslag, conversie en ketenafstemming. Aan deze oplossingen voor flexibilisering zijn echter kosten verbonden die ook moeten worden gereduceerd. Flexibilisering kan in die zin ook bijdragen aan het verdienmodel van offshore windparken bijvoorbeeld door de integratie van de business cases van opwekking en afname door de industrie.

### **Deelprogramma 3: Ecologie en ruimte**

Het MMIP opereert binnen de randvoorwaarden voor ecologie en ruimte. Het Noordzeeakkoord<sup>3</sup> richt zich op het ruimtegebruik op de Noordzee en de afweging van belangen van eiwit (voedsel), energie en ecologie. Medegebruik van de beperkte ruimte op de Noordzee zal hierbij van belang zijn. Het Noordzeeakkoord heeft gevolgen voor de locatiekeuze voor offshore windenergie ontwikkeling.

---

<sup>3</sup> Het Noordzeeakkoord is tijdens het opstellen van dit document in ontwikkeling en wordt geleid vanuit het Overlegorgaan voor de Fysieke Leefomgeving.



Deze locatiekeuze heeft grote invloed op de productiekosten, o.a. door vaarafstanden, waterdiepte, windklimaat, zogeeffecten, bodemcondities en de netwerkkosten door kosten van kabels en converter- en transformatorstations. Ook meervoudig ruimtegebruik (o.a. door visserij, aquacultuur, alternatieve drijvende energieopties) of oplossingen voor offshore opslag en conversie zullen ook weer nieuwe ecologische vragen oproepen.

Het programmamanagement van dit MMIP is gericht op het optimaliseren van de uitkomst van de drie deelprogramma's ten opzichte van de doelstellingen. In onderzoeksactiviteiten zal steeds een analyse van de impact worden gemaakt.

### 3 Samenwerking en samenhang / Monitoring

#### 3.1 Samenwerking en samenhang

Dit MMIP vormt samen met het MMIP 2 (“Hernieuwbare elektriciteitsopwekking op land en in de gebouwde omgeving”) en het MMIP 13 (“Leveringszekerheid”) 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 bepalen in grote mate het benodigde volume, de prijs, de locatie en de timing van de elektriciteitsproductie.

Daarnaast bestaan er belangrijke relaties met niet-energie MMIPs uit zowel binnen het thema Energie & Duurzaamheid als met andere thema’s, in het bijzonder Landbouw, Water, Voedsel. Op sommige onderzoeksonderwerpen bestaat duidelijk overlap. In de uitvoering van het MMIP zal door samenwerking deze overlap worden voorkomen, en zo 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 MMIPs 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.

Deel-programma	Onderzoeks-fase	Relatie	Ontwikkel-fase	Relatie	Demonstratie-fase	Relatie
1. Kosten-reductie en optimalisatie	<b>Onderzoek naar wind-golf- en stromings-klimaat</b>	MMIP duurzame en veilige Noordzee	<b>Drijvende fundaties voor ondiep water</b>	MMIP Blue Growth (LWV): drijvende infrastructuur	<b>Windturbine onderzoek</b>	MMIP2 (E&D): bijdragen aan dit MMIP
	<b>Robotisering</b>	ST ICT	<b>Drijvende zonneparken</b>	MMIP Blue Growth (LWV) drijvende infrastructuur		
	<b>Nieuwe materialen</b>	ST Advanced Materials	<b>Recycling composiet</b>	MMIP Circulariteit; MMIP blade recycling		
2. Integratie offshore energie in het energie-systeem	<b>Systeem- en markt-modellen</b>	MMIP13: markt-modellen	<b>Grootschalige opslag en conversie op zee</b>	MMIP13: E&D): opslag en conversie technologie	<b>Levering van ancillary services</b>	MMIP2; MMIP13 (E&D): Net-integratie
			<b>Hergebruik gas infrastructuur</b>	Lopend programma (TSE): systeemintegratie Noordzee		
			<b>Keten-integratie</b>	MMIP13 (E&D)		
			<b>Energie-eilanden</b>	MMIP13 (E&D): interconnectie, opslag; MMIP Blue Growth		
3. Offshore energie en de omgeving	<b>Ecologische effecten (positief en negatief) van offshore energie (wind en zon)</b>	Aansluiting bij lopend onderzoek: WOZEP MMIP Duurzame Noordzee	<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		

De gebruikte afkortingen:

E&D: Thema Energie en Duurzaamheid

LWV: Thema Landbouw, Water, Voedsel

TSE: Topsector Energie

ST: Sleuteltechnologie

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:

Element	Aanleverende MMIP	Ontvangende MMIP
Onderzoek naar zon, wind-, golf- en stromingsklimaat, inclusief de wederzijdse beïnvloeding.	MMIP 1. Onderzoek naar zon, wind en golfklimaat is een kernonderdeel van Hernieuwbare elektriciteit op zee (boven en op de waterlijn). Dit onderwerp bepaalt enerzijds de beschikbare resource voor opwekking en anderzijds de 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.
Drijvende infrastructuur	MMIP Blue Growth. Drijvende infrastructuur (steden, eilanden etc) is onderdeel van dit MMIP. Hier wordt relevante kennis ontwikkeld voor toepassing in MMIP 1.	MMIP 1. Binnen MMIP 1 zal gebruik gemaakt kunnen worden van kennis die wordt ontwikkeld op het gebied van drijvende platforms zoals drijvende zonneparken en energie-eilanden.
CO <sub>2</sub> -vrij varen	MMIP Blue Growth / Zero Emission TKI Maritiem Hier wordt technologie ontwikkeld voor de scheepvaart die relevant is voor de installatie en onderhoudsvloot voor offshore windparken.	MMIP 1. 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.
Onderzoek naar voorkomen en gedrag van soorten vogels, vleermuizen en zeezoogdieren	MMIP Duurzame en Veilige Noordzee / WOZEP Binnen WOZEP wordt onderzoek gedaan naar deze aspecten die van belang zijn om de impact van offshore windenergie en drijvende zonneparken vast te stellen.	MMIP 1. 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.
Onderzoek naar de ontwikkeling van de energiemarkt	MMIP 13. Dit onderzoek is van belang voor verder economisch onderzoek naar offshore energie financiering.	MMIP 1. 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.
Meervoudig ruimtegebruik van offshore windparken	MMIP 1. Hier worden de randvoorwaarden voor effectieve multi-use opties onderzocht, waarbij er focus is op de interactie tussen medegebruiker en energie-infrastructuur.	MMIP Duurzame en Veilige Noordzee (zeewier). MMIP 12 (zeewier). De randvoorwaarden worden hier ingezet voor het door ontwikkelen van de toepassingen.
Recycling composietmateriaal	MMIP Circulariteit / MMIP 6 Binnen dit MMIP wordt specifieke kennis ontwikkeld op het gebied van recycling van composieten.	MMIP 1. Kennis op het gebied van verwerking van composietmateriaal kan worden ingezet voor het recyclen van windturbinebladen.
Digitalisering / Robotisering	Dutch Digital Delta en ST ICT Kennistransfer op het gebied van robotisering, toepassing van big data en AI.	MMIP 1. Kennis op het gebied van Sleuteltechnologie ICT 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 aanpassing aan lagere windsnelheden, verdere optimalisaties worden in MMIP1 uitgevoerd. Onderzoek aan drijvende zonne-energie richt zich in MMIP2 op zonne-energie op meren en binnenwater, terwijl zonne-energie op zee in MMIP1 wordt uitgevoerd.

Nederland heeft een belangrijke rol in diverse internationale R&I organisaties zoals ETIPWind, EERA JPWind, SET IWG offshore wind en EAWE. Zodoende wordt op internationale schaal de samenhang en samenwerking met andere onderzoeksprogramma's verzekerd. Door deelname aan deze programma's en afstemming met de programmacommissies of organisatoren draagt Nederland bij aan de definitie van internationale R&D prioriteiten en wordt internationale synergie bereikt. Specifiek zal Nederland een coördinerende taak op zich nemen in de uitvoering van het SET Plan dat door de Europese Commissie is opgezet om de ontwikkeling en implementatie van low-carbon technologieën versnellen.

### 3.2 Rol van de regio

De regio's spelen een belangrijke rol bij offshore energieprojecten, zowel op het vlak van innovatie als in de realisatie van deze projecten. De aansluiting met dit MMIP 1 is dan ook van belang. Voor de kustregio's ligt in eerste instantie het benutten van economische kansen voor de hand. Naast dat het realiseren van de windparken zelf voor veel regionale bedrijvigheid zorgt, leiden ook de aanlanding van het net, het transport en opslaan van windenergie op zee in combinatie met de elektrificatie van de grote industrieclusters (Eemshaven, NZKG, Rotterdam-Moerdijk) en de omzetting naar waterstof, tot nieuwe economische kansen voor deze regio's. Op het gebied van innovatie bieden de regio's experimenteerruimte, zoals in de Rotterdamse haven, en directe ondersteuning aan startende, innoverende en groeiende bedrijven zoals via regionale of provinciale valorisatiefondsen.

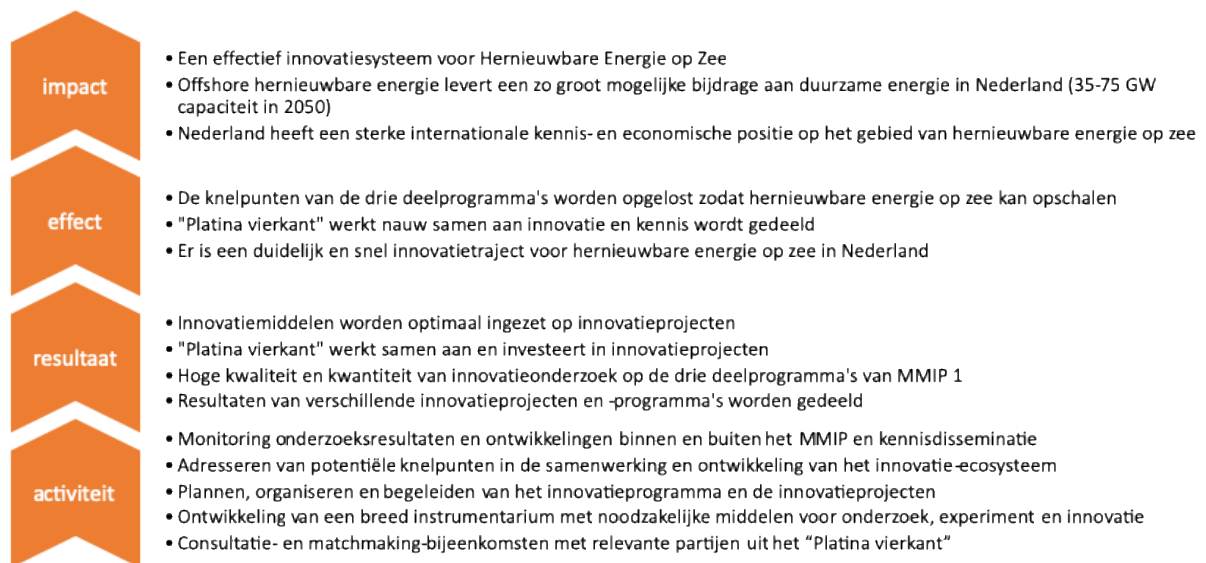
Met bestaande regionale clusters zoals Energy Port Zeeland en Northern Netherlands Offshore Wind zal aansluiting worden gezocht. Hierin ligt ook de kans op aansluiting met het praktijkgericht onderzoek bij hbo- en mbo-instellingen zoals met het CoE Water en Energie of SEECE. Daarnaast kunnen de ROM een belangrijke rol spelen bij de valorisatie en financiering van innovatieve bedrijven die bijdragen aan de MMIP doelstellingen; voorbeelden hiervan zijn investeringsfondsen zoals het Brabant Startup Fonds, het Investor Readiness Programma Oost-Nederland, Proof of concept fonds UNIIQ (Zuid-Holland) en Dockwise Zeeland.

### 3.3 Monitoring

Voor de uitvoering, monitoring en sturing van de MMIP's wordt een organisatiestructuur ontwikkeld om ervoor te zorgen dat de gestelde doelen behaald worden. Twee vormen van monitoring zijn relevant: effectmeting en meten van procesvoortgang binnen het innovatie-ecosysteem. Effectieve monitoring biedt de mogelijkheid om tijdig bij te sturen, te versnellen of intensiveren, om kansen te benutten, knelpunten weg te nemen, maar ook de mogelijkheid om bepaalde ontwikkelrichtingen tijdig te staken als daar onvoldoende voortgang in is, de bijdrage te gering blijkt of er sprake is van ongewenste sociaal-maatschappelijke, of ecologische consequenties.

Het MMIP 1 werkt aan de realisatie van missiedoel A: 100% duurzame elektriciteitsproductie in Nederland in 2050. De drie deelprogrammaliijnen van MMIP1 zijn randvoorwaarden om deze opschaling mogelijk te kunnen maken voor het deel Hernieuwbare elektriciteit op zee. Voortgang van het innovatieprogramma (zowel effect als proces) wordt gemonitord op basis van korte termijn activiteiten die jaarlijks worden uitgevoerd en de resultaten daarvan. Hierbij zal ook de monitoring van MMIP 2, Hernieuwbare energie op land en in de gebouwde omgeving, moeten worden betrokken. Alleen zo is bijsturing op het missiedoel A mogelijk.

De koppeling tussen de activiteiten die het innovatiesysteem ontwikkelen en de uiteindelijke impact is niet vanzelfsprekend. Om de kortetermijndoelen in het MMIP 1 op te stellen is een logische redeneerlijn (impact analyse)<sup>4</sup> gemaakt, waarin langetermijndoelen (missiedoel) naar project worden vertaald (en terug) en vervolgens naar benodigde activiteiten binnen het MMIP op de korte termijn. Ook externe factoren die de resultaten kunnen beïnvloeden zijn hier onderdeel van (de invloed van een stijgende staalprijs op kostenreductie).



Zeker voor langlopend onderzoek of innovatieprojecten is het van belang zicht te houden op de verwachte resultaten. Zo zal onderzoek binnen deelprogramma 1 bij aanvang een verwachting afgeven van de te bereiken kostenreductie. Tussentijdse rapportage op de resultaten (en herijking), kennisdisseminatie en mogelijkheden tot bijsturen van de projecten is voor het overall succes van het programma van belang.

<sup>4</sup> Min. van EZK 2019, "Monitoring Missiegedreven Innovatiebeleid" – presentatie TKI-directeurenoverleg: toelichting Monitoring & Effectmeting in KIA's; NWO, Theory of Change and Impact Pathway ([link](#))



Voor het bewaken van de voortgang op kostenreductie, en het beoordelen van de effecten van innovatie op de kosten zal een model moeten worden ontwikkeld<sup>5</sup>.

Voor de lange termijn ontwikkeling van het MMIP betreft de monitoring ook mogelijke nieuwe technologieën voor grootschalige opwekking van duurzame elektriciteit in Nederland. Primair zal dit gericht zijn op het aantonen van het potentieel en daarna op de haalbaarheid.

---

<sup>5</sup> Voor de uitvoering van dit deelprogramma is het van belang een systeem te hebben voor monitoring van opbrengsten en kosten van windparken en voorgestelde verbeteringen. Dit kan voortbouwen op het TKI Wind op Zee kostenmodel. ([link](#))

## 4 Digitalisering, MVI, HCA en circulariteit

### 4.1 Digitalisering

Digitalisering en het gebruik van grote datasets zijn doorsnijdende thema's voor veel innovatieprogramma's, ook voor MMIP 1. Voorbeelden zijn het bepalen van restlevensduur en onderhoudsbehoeften van componenten en offshore infrastructuur, of robotisering van installatie en onderhoud. Ook het veilig en optimaal bedrijven 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 high-performance computing (HPC), robotisering, digital twins, patroonherkenning, data-driven design, machine learning 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 (kennis-transfer) zoals bij Sleuteltechnologie ICT.

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, naast de specifieke implementaties per sector.

### 4.2 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 wat daar dan weer de onbedoelde effecten van zijn zoals mogelijke schades aan de windparken. Daarbij moet gezocht worden naar een balans tussen (tegenstrijdige) belangen en moeten keuzes gemaakt worden en 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 moeten maken, maar kan dit achterwege blijven wanneer een windpark ligt in een gebied waar 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, onderzoek naar grootschalige implementatie effecten, ruimte en ecologie.
2. Door het opnemen van een analyse van mogelijke MVI-aspecten van meer technische innovaties.
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.

### 4.3 Human Capital Agenda (HCA)

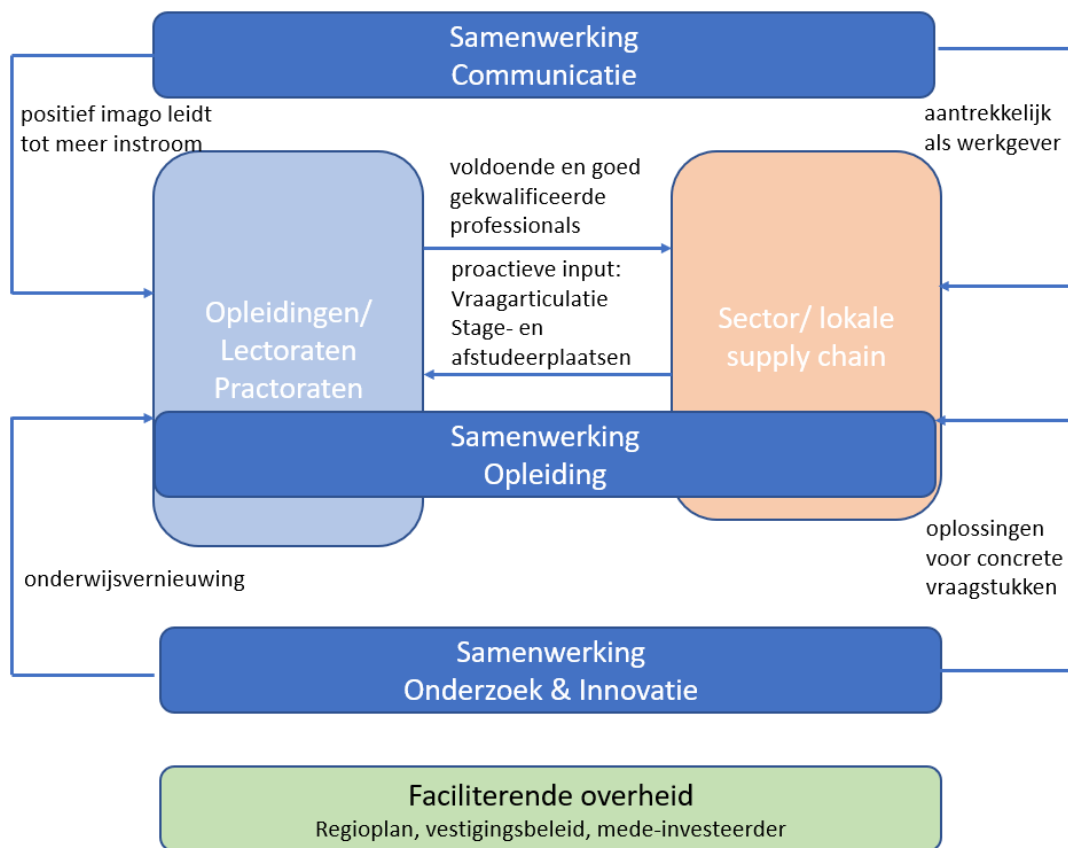
Voor de schaa sprong in offshore energie is voldoende bemensing van de projecten cruciaal, zowel voor bouw als onderhoud. Het gaat hierbij niet alleen om vakinhoudelijke kennis; het werken op zee vergt specifieke competenties en vraagt ook om fysieke kwaliteiten (zeewaardigheid, werken op hoogte).

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 MBO, HBO en WO, en ook naar de benutting van mogelijkheden van zij-instroom.
- **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.** 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 geïnterpreteerd en is een handleiding opgesteld voor de inrichting ervan. Het 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. Learning Communities ontwikkelen zich rondom fysieke faciliteiten (living labs, field labs) en moeten studenten en zij-instromers faciliteren in het kiezen van studieroutes die passen bij eigen ambities enerzijds en de marktvrage anderzijds. Bedrijven kunnen hier hun praktijkvragen kwijt en het onderwijs kan de curricula voortdurend up to date houden.

Het MMIP zal zich, met bestaande platforms als het CoE Water & Energie en CAREER, richten op de vorming van (regionale) Learning Communities en het actief betrekken van mbo en hbo bij praktijkgericht onderzoek.



Naast werken aan een de bevordering van instroom, kunnen innovaties in robotisering en zero-maintenance concepten bijdragen aan efficiënter en veiliger werken tegen lagere kosten.

### 4.4 Circulariteit

Wind- en zonne-energie moet zelf ook een duurzaam zijn. Door de groei 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. Wat betreft windparken is op dit moment recycling de meest haalbare stap. Een potentieel probleem is de verwerking van composieten bladen. Maar ook levensduurverlenging van fundaties, kabels en netwerkcomponenten dragen bij aan circulariteit. Voor zonne-energie op zee (de zonnepanelen) geldt hetzelfde; hiervoor wordt aangesloten bij MMIP2. Daarnaast zijn er initiatieven om de bestaande olie en gas infrastructuur 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.

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. En dat aantasting van milieu, leefomgeving en gezondheid zoveel mogelijk wordt 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). Ook is onderzoek nodig naar het gebruik van herbruikbare composieten. Een voorbeeld is de verwerking van composieten die worden gebruikt in de nacelle en in turbinebladen.

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. Ook kan er aansluiting bij het Rijksprogramma circulaire economie en de MMIP 6 Sluiting van Industriële Ketens worden gezocht.



## 5 Beschrijving van Deelprogramma 1

Kostenreductie en optimalisatie (veilig en betaalbaar opschalen)

### a) Programmatische aanpak

Ondanks de recente kostendaling voor wind op zee, blijft inzet op kostenreductie door innovatie noodzakelijk met het oog op het verder verlagen van de maatschappelijke kosten, nieuwe locaties en risico's van grondstoffenprijzen en rente. Daarnaast zal de inpassing in het energiesysteem extra kosten met zich meebrengen. Optimalisatie in windturbines, fundaties, kabels, installatiewerk en onderhoud blijft noodzakelijk om op maatschappelijk verantwoorde wijze de benodigde schaa sprong te kunnen maken naar de 60 GW in 2050 en een installatietempo van 2-3 GW per jaar. Innovatie richt zich op optimalisatie en versnelling en ook op robotisering, digitalisering, circulariteit, nieuwe technologie en materialen. R&D van offshore zonnestroomsystemen zal zich de komende jaren vooral richten op het aantonen van de technische en economische haalbaarheid.

In dit deelprogramma onderscheiden we meer incrementele korte termijn (en middellange termijn) innovaties met een toepassing vóór 2030, naast lange termijn gerichte kennisontwikkeling en doorbraaktechnologie met toepassing ná 2030. Alles gericht op kosten, realisatie en veiligheid.

Voor meer details over de inhoud van het deelprogramma wordt verwezen naar de bijlage ("Bijlage 1. Activiteiten binnen de deelprogramma's") of de IKIA<sup>6</sup>.

### **Zero breakdown & Robotisation**

Het verhogen van de betrouwbaarheid en verminderen van het aantal mens-uren voor on site onderhoudsactiviteiten. Voor de korte termijn focus op health monitoring en incrementele verbeteringen van beschermingssy stemen (o.a. coating, KB), onderhoudsmethoden en equipment. Voor de lange termijn focus op het verhogen levensduur door ontwikkeling van kennis over degradatieprocessen en gebruik van nieuwe materialen, health monitoring, sensoren, communicatie en besturingssystemen (boven/ onder water) en robotisering.

### **Optimal Wind Farm Design**

Optimaliseren van het ontwerp van windturbines, windparken en clusters van windparken. Voor de korte termijn is de aandacht voor industrialisatie, standaardisatie en verbeteringen van (integrale) ontwerpmethoden en tools. Voor de lange termijn is ook meer kennis nodig van het windklimaat tot op grote hoogte, gevolgen van klimaatverandering en de wederzijdse interactie tussen turbines, parken, clusters en het (wind)klimaat door verbeteringen in locatieonderzoek, modellering en voorspelling van locatiegegevens (wind, golven, getijden en bodem). Hier ligt ook een relatie met multi-use van de ruimte in de windparken.

### **Next Gen WTG**

Technologie voor de volgend generatie windturbines (25MW). Grotere rotoren voor lagere LCOE en meer energie bij lage windsnelheden dragen bij aan kostenverlaging, opbrengstenverhoging en balancering met het net. Dit is lange termijn onderzoek en vergt kennisontwikkeling op het gebied van aerodynamica van grote rotoren op grote hoogte, toepassing van nieuwe (constructieve) materialen en innovatie van windturbinecomponenten (generator, transmissie), nieuwe technologie zoals multi-rotor, VAWT en airborne.

---

<sup>6</sup> SER 2019, Innoveren met een missie ([link](#))

### Balance of Plant optimisation

Focus op het verbeteren van de veiligheid en crew performance, de optimalisatie en kostenverlaging van de fundaties, het net-op-zee en het transport en installatieproces (hiertoe rekenen we ook de decommissioning). Fundatieontwerp, kabelontwerp en installatietechnologie grijpen hier in elkaar. Voor de korte termijn zijn er belangrijke incrementele stappen zoals doorontwikkeling van monopile technologie (voor de volgende generatie windturbines) en verbeterde verbindingstechnieken. Ook het installeren op steeds grotere hoogte is een belangrijk innovatie onderwerp. Ook het net-op-zee heeft hier een plaats als het gaat om het verhogen van de beschikbaarheid en capaciteit en verlagen van de kosten van het aansluitnetwerk. Economisch onderzoek is gericht op optimalisatie van leveringsketen, contracteren en risicoallocatie. Gezien de opschaling is ook aandacht nodig voor *resilient supply chains*. Voor de lange termijn ook nieuwe fundatie- (ook drijvend voor de Noordzee) en installatieconcepten inclusief de (haven)logistiek. Uiteindelijk is het streven naar efficiënte installatie van grote turbines, zoals single lift installatie.

### Floating Solar

Onderzoek naar de haalbaarheid van drijvende zonne-energie op de Nederlandse Noordzee. Het theoretisch potentieel is groot. Door middel van onderzoek en experimenten kan worden bepaald wat er technisch en economisch nodig is om dit daadwerkelijk te kunnen toepassen en opschalen.

### b) Stakeholders/actoren samenwerking

De maritieme en offshore-industrie (inclusief de havens) blinken uit door jaren- lange ervaring in civieltechnische- en energiprojecten 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 dit deel van het MMIP mogelijk. Ook heeft Nederland een sterke kennispositie in de windturbinetechniek. Dit deelprogramma sluit daar uitstekend aan 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 MMIPs Duurzame en Veilige Noordzee en Blue Growth betrokken, naast Sleuteltechnologie ICT, TS Logistiek en Digital Delta.

De verbanden met andere deelprogramma's binnen dit MMIP en daarbuiten zijn hierboven beschreven onder "Samenhang van de deelprogramma's binnen het MMIP" en "Samenwerking en samenhang".

### c) Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren

De oriëntatie van dit deelprogramma is grotendeels technologisch. 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. Op dit aspect is uitgebreider ingegaan onder "Samenhang van de deelprogramma's binnen het MMIP".

### d) Monitoring en evaluatie

Hier wordt verwezen naar het algemene deel “Monitoring”.

Specifiek voor dit deelprogramma is aandacht nodig voor het bewaken van de voortgang op kostenreductie. Met name voor grotere projecten zal er tussentijdse bijstelling plaatsvinden van de geschatte impact van het project.

### e) Communicatie, leren en disseminatie

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.

Onder het deel “Monitoring” is ook ingegaan op de activiteiten binnen het MMIP. Het organiseren van kennisdisseminatie is hier een onderdeel van.

## 6 Beschrijving van Deelprogramma 2

Integratie in het energiesysteem (waaronder opslag en conversie)

### a) Programmatische aanpak

De doelstelling van dit deel van het programma is het ontwikkelen van nieuwe componenten, producten, tools en diensten die het integreren van zeer grote hoeveelheden offshore energie in het energiesysteem mogelijk maken tegen lage maatschappelijke kosten. Hierbij spelen zowel transport van energie, opslag en conversie, digitalisering als het afstemmen van vraag en aanbod een rol. Offshore (of onshore met een duidelijke koppeling aan offshore windenergie) opslag en conversie van energie, nieuwe transporttechnologie, off-grid offshore windparken en ketenintegratie met de gebruikers van duurzame energie bieden nieuwe kansen in een internationale markt.

Dit deelprogramma is vooral gericht op de noodzakelijke bijdrage aan de middellange (tot 2030) en lange termijn toepassing (na 2030).

Voor meer details over de inhoud van het deelprogramma wordt verwezen naar de bijlage ("Bijlage 1. Activiteiten binnen de deelprogramma's") of de IKIA<sup>7</sup>.

#### **Market System**

Onderzoek naar de toekomst van het marktmodel en optimale regelgeving voor integratie van offshore wind (en zon) in een 100% duurzaam energiesysteem. Er zal hier kennis moeten worden ontwikkeld over marktmechanismen in zo'n toekomstig energiesysteem zodat investeren in offshore energie voldoende investeringszekerheid biedt. De projecten die nu worden ontwikkeld zullen in de periode 2020-2040 nog steeds terugverdiend moeten worden. Internationale afstemming en de vorming van een Europese (duurzame) energiemarkt spelen hier een belangrijke rol.

#### **Future Offshore Energy Infrastructure**

Lange termijn ontwikkeling van en onderzoek naar de offshore transmissietechnologie en combinatie met interconnectors. Op lange termijn zijn offshore windparken aangesloten op een elektriciteitsnet dat de energie naar de gebruikers brengt en Noordzeelanden verbindt. Hiervoor is onderzoek naar toepassingen en kostenreductie van HVDC-netwerken nodig. Een ander aspect is onderzoek naar de mogelijkheden voor offshore systeemintegratie in de vorm van energieverbruik, energieconversie (bijvoorbeeld naar waterstof) en strategische koppelingen van energie infrastructures. Energie-eilanden kunnen daarin een rol spelen als schakel-hub, conversie-hub en energieopslag-hub, naast dat de eilanden logistieke functie voor installatie en onderhoud kunnen hebben. Een belangrijk aspect is onderzoek naar de mogelijkheden voor combinaties met interconnectors en combinaties met bestaande gasinfrastructuur.

#### **Offshore Wind On Demand**

Het creëren van flexibiliteit in de windparken. Onderzoek en ontwikkeling van energieopslag in offshore windparken (in de windturbine of in het park) en de mogelijkheden voor ondersteuning van het net (ancillary services) en balancering. Dit onderwerp is zowel technisch als economisch van aard. Het kijkt door de gehele leveringsketen heen en zoekt voorspelling en afstemming van vraag en aanbod.

---

<sup>7</sup> SER 2019, Innoveren met een missie ([link](#))

### **Off-grid Offshore Wind Farms**

Conversie van elektriciteit naar andere energiedragers of zelfs energie-intensieve chemicaliën dicht bij de bron kan een efficiënte lange termijn oplossing zijn. Afvoer kan door pijpleidingen (zoveel mogelijk met gebruikmaking van bestaande infrastructuur) of per tanker. Dit biedt ook mogelijkheden voor verafgelegen locaties (zie ook de relatie met Energie-eilanden).

### b) Stakeholders/actoren samenwerking

In dit deelprogramma 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). 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 kennistransfer gebruik gemaakt worden.

De verbanden met andere deelprogramma's binnen dit MMIP en daarbuiten zijn hierboven beschreven onder "Samenhang van de deelprogramma's binnen het MMIP" en "Samenwerking en samenhang".

### c) Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren

De oriëntatie van dit deelprogramma is deels technologisch deels gericht op economie en regelgeving. Ook is het van belang de maatschappelijke en Human Capital component in dit onderzoek mee te nemen: het verplaatsten van activiteiten naar zee heeft gevolgen voor mensen, andere gebruikers van de Noordzee en voor de ecologie. Op dit aspect is uitgebreider ingegaan onder "Samenhang van de deelprogramma's binnen het MMIP".

### d) Monitoring en evaluatie

Hier wordt verwezen naar het algemene deel "Monitoring".

### e) Communicatie, leren en disseminatie

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.

Onder het deel “Monitoring” is ook ingegaan op de activiteiten binnen het MMIP. Het organiseren van kennisdisseminatie is hier een onderdeel van.

## 7 Beschrijving van Deelprogramma 3

Integratie in de omgeving (ecologie en multi-use)

### a) Programmatische aanpak

Dit deel van het programma heeft als doel de schaa sprong en ambitie ruimtelijk mogelijk te maken, door onderzoek naar de interactie tussen technologie en ecologie. Innovaties op het gebied van meervoudig ruimtegebruik dragen bij tot een betere benutting van de ruimte op de Noordzee. Slimme combinaties van offshore zon- en windparken bieden ook nieuwe kansen voor opschaling.

Dit deelprogramma is gericht op de noodzakelijke bijdrage aan zowel korte (2025), middellange (tot 2030) als lange termijn toepassing (na 2030).

Voor meer details over de inhoud van het deelprogramma wordt verwezen naar de bijlage ("Bijlage 1. Activiteiten binnen de deelprogramma's") of de IKIA<sup>8</sup>.

#### **Net Positive Contribution to the Ecology**

Bij de ontwikkeling van offshore energieprojecten zoals offshore windparken of offshore zonneparken wordt voor de lange termijn gestreefd naar een netto-positieve<sup>9</sup> bijdrage aan de ecologie. In dit programmadeel wordt ecologisch onderzoek naar keteneffecten en het vóórkomen en gedrag van soorten gedaan én ook onderzoek naar oplossingen voor impact. Mitigatie van negatieve en het versterken van positieve interactie met de ecologie is hier het doel.

#### **Multi-Use of Offshore Wind Farms**

Toekomstige offshore windparken zullen zo veel mogelijk integreren met andere toepassingen zoals visserij, kweek van schelpdieren of vis, zeewierteelt, algenteelt, toerisme, olie & gas en scheepvaart. Dit onderzoek richt zich in eerste instantie op het technische en economische potentieel van meervoudig ruimtegebruik, de risico's en de benodigde organisatorische en technische integratie. Daarnaast op de ontwikkeling van samenwerkingsmodellen tussen offshore windparken en andere gebruikers van de Noordzee om het ruimtegebruik te optimaliseren. Dit onderzoek bestaat voor een deel uit het uitvoeren van offshore multi-use pilots (field labs) waarin samenwerking wordt gedemonstreerd, inclusief de integratie van drijvende zonne-energiesystemen.

#### **Zero-Emission Circular Offshore Wind Farm**

Dit onderzoek heeft als doel de circulariteit van de windparken (en zonneparken) te verhogen en de CO<sub>2</sub> life cycle footprint te verlagen (tot 0 in 2050). Onderdeel hiervan sluit aan bij deelprogramma 1 waar vooral naar de toepassing en verwerking van materialen wordt gekeken. Dit Life cycle design betreft ook de maatschappelijke aspecten van grondstoffen gebruik en de hergebruik of verwerking van restmateriaal na verwijdering (vooral composietmateriaal is hier een vraagstuk). Voor vraagstukken op het gebied van circulariteit wordt aangesloten bij MMIP 6 en de KIA Circulaire Economie.

Ook de inzet van equipment zoals installatie en onderhoudsschepen speelt daar een rol. Hier gaat het vooral het emissievrij varen.

---

<sup>8</sup> SER 2019, Innoveren met een missie ([link](#))

<sup>9</sup> Hiermee wordt bedoeld: per saldo positief effect (kan betekenen dat de ene soort erop achteruit gaat, en de andere erop vooruit)

### b) Stakeholders/actoren samenwerking

Dit is een breed speelveld van energie, natuur en voedsel. Het ontwikkelen van een gezamenlijke kennisbasis is van groot belang. Onder het deel “Maatschappelijk Verantwoord Innoveren (MVI)” is al ingegaan op de noodzakelijke samenwerking op dit onderdeel.

De relatie met andere MMIPs 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.

De verbanden met andere deelprogramma's binnen dit MMIP en daarbuiten zijn hierboven beschreven onder “Samenhang van de deelprogramma's binnen het MMIP” en “Samenwerking en samenhang”

### c) Omgevingsanalyse en omgevingsfactoren

De oriëntatie van dit deelprogramma is deels maatschappelijk (samenwerking op de Noordzee) en deels technologisch (ontwikkelen van oplossingen voor mitigatie en circulariteit). Het onderwerp heeft daarnaast te maken met alle andere gebruikers van de Noordzee. Op dit aspect is uitgebreider ingegaan onder “Samenhang van de deelprogramma's binnen het MMIP”.

### d) Monitoring en evaluatie

Hier wordt verwezen naar het algemene deel “Monitoring”.

Wel moet worden opgemerkt dat er onderzoek gedaan moet worden naar een afwegingskader voor mitigatie en compensatie. De vraag doet zich hier voor hoe een netto-positieve bijdrage moet worden beoordeeld.

### e) Communicatie, leren en disseminatie

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.

Onder het deel “Monitoring” is ook ingegaan op de activiteiten binnen het MMIP. Het organiseren van kennisdisseminatie is hier een onderdeel van.





## Bijlage 1. Activiteiten binnen de deelprogramma's

Onderstaande drie tabellen geven de activiteiten in de drie deelprogramma's aan.

De onderwerpen zijn overgenomen uit de IKIA en gegroepeerd onder challenges die urgent zijn voor de uitrol van offshore windenergie tot 2030 en na 2030. De jaren die worden genoemd betreffen de jaren waarin het onderzoek wordt uitgezet, dus de startdata van de projecten.

Onderzoek naar drijvende zonne-energie wordt zowel in MMIP1 als MMIP2 uitgevoerd. Het onderscheid dat zonne-energie op meren en binnenwater in MMIP2 wordt uitgevoerd. Zonne-energie op zee wordt in MMIP1 uitgevoerd.

Deelprogramma 1 - Kostenreductie en optimalisatie Onderwerp	TRL level	Project start / Uitvraag				Samenhang met andere MMIPs
		2020	2021-2023	2024-2026	2027-2030	
<b>Optimalisatie ontwerp windparken</b>						
Optimalisatie van het ontwerp van windturbines parken en clusters	5-8	H	M	M		
Verbeteringen (integrale) ontwerpmethoden en tools	7-9	L	H			
Industrialisatie en standaardisatie	7-9	L	L			
Monitoring van opbrengsten en kosten	7-9	L	L			
Verlagen kosten door verbeteringen in locatieonderzoek en modellering van locatiegegevens, zoals wind, golven, getijden en bodem	3-6	L	L	L		
<b>Zero breakdown: verhogen betrouwbaarheid en verlagen onderhoud door mensen offshore</b>						
Health monitoring	7-9	L	L			
Verhogen levensduur door ontwikkeling van kennis over degradatieprocessen en gebruik van nieuwe materialen	1-4	H	H			
Beschermingssystemen (Coating)	3-6	M				Maritime
Robotisering	3-6	M	M			
	5-8		H	H		
Optimalisatie en kostenreductie O&M en installatie	3-6	H	H			
Sensor, communicatie en besturingssystemen (boven/ onder water);	3-6	H				
<b>Technologie voor de 25MW windturbine. Grotere rotoren voor lagere LCOE en meer energie bij lage windsnelheden</b>						
Innovatie van windturbinecomponenten	3-6	M	M			
Ontwikkeling van de next generation windturbine technologie (o.a. 15MW+, multi-rotor, VAWT, airborne)	3-6	M	M	M	M	
Demonstratie van de next generation windturbine technologie (o.a. 15MW+, multi-rotor, VAWT, airborne)	5-8			H	H	
Nieuwe materialen	3-6	H	H			HTSM

Theorie van aerodynamica van grote rotoren op grote hoogte	1-4	M	M	M		
<b>Locatiecondities: impact klimaatverandering op duurzame energieproductie en impact windparken op wind- en golfklimaat. Begrijpen van windcondities op grotere hoogte.</b>						
Windklimaat en zog-effecten (meten, modelleren, voorspellen)	1-4	M	H			
<b>Fundaties en elektrische aansluiting: effectieve ondersteuningsconstructies</b>						
Doorontwikkeling van de monopile technologie	3-6	M	M			
Nieuwe fundatie concepten (waaronder drijvende fundaties) en verbeterde verbindingstechnieken	3-6	H	H	H	H	
Verhogen beschikbaarheid en capaciteit en verlagen kosten van het aansluitnetwerk	5-8	H	H	H	H	
Implementatie van nieuwe fundatietechnologie en verbindingstechnieken	7-9	M	M			
<b>Logistiek en installatie: Transport en installatie van grote componenten en installeren op grote hoogte. Ontwikkelen effectieve logistieke keten inclusief havenontwikkeling en scheepsontwikkeling.</b>						
Single-lift installatie	3-6	M				
Efficiency schepen, methoden en tools voor installatie, onderhoud en verwijdering	5-8	M	M			
Optimalisatie van onderhoud en logistiek	7-9	M	M			
Optimalisatie van leveringsketen, contracteren en risicocallocatie	7-9	L	L			
Life cycle design en circulariteit inclusief maatschappelijke aspecten (grondstoffen)	7-9	M	M			
Verbeteren van de veiligheid en crew performance	7-9	L	L			
<b>Drijvende zonne-energie</b>						
Ontwikkeling technische en economische haalbaarheid van drijvende zonne-energie	3-6	M	M			
	5-8			M	M	
<b>Cross-over technologieontwikkeling</b>						
Kosten- en risicoverlaging door toepassing ICT, IoT, en robotisering	1-4	M	M			
	3-6			M	M	
Toepassing ICT voor beveiliging en cybersecurity	3-6	L	M	M		

<b>Deelprogramma 2 - Integratie offshore energie in het energiesysteem</b>	TRL level	2020	2021-2023	2024-2026	2027-2030	Samenhang met andere MMIPs
<b>Onderwerp</b>						
<b>Elektriciteitsmarkt: Optimale regelgeving voor integratie van offshore wind in een 100% duurzaam energiesysteem</b>						
Kennisontwikkeling marktmechanismen in relatie tot integratie van grote hoeveelheden offshore energie	1-4	H	H			
Visie en advisering voor wijzigingen in markt en regelgeving inclusief internationale raakvlakken.	7-9			M	M	
<b>Offshore net en interconnectors: Offshore windparken zijn aangesloten op een effectief net dat de energie naar de gebruikers brengt en Noordzeelanden verbindt.</b>						
Onderzoek naar toepassingen en kostenreductie van HVDC netwerken	3-6	H	H			
Offshore grid ontwikkelingen voor combinaties van opwekking-, interconnectie en offshore verbruik	3-6	H	H	H	H	
<b>Flexibiliteit: Conversie en opslag, ondersteuning van het net en balancering</b>						
Model voor flexibiliteitoplossingen dat aanbod en productie met vraag, opslag en conversie combineert;	1-4	H	H			
Mogelijkheden van netondersteunende diensten	3-6	M	M			
Verbeteren balancering dmv monitoring en voorspellen van vraag en aanbod en ketenintegratie	3-6	M	M			
Industrialisatie van systemen voor opslag en conversie	7-9			H	H	
<b>Internationale afstemming en vorming Europese energiemarkt</b>						
Onderzoek hindernissen op gebied van Europese en Nationale regelgeving	1-4	M	M			
<b>Energie-eiland en off-grid windparken: Gebruik van conversie om effectievere aansluiting energiesysteem te realiseren dan radiaal elektrisch aangesloten windparken</b>						
Offshore windparken zonder aansluiting op een net	3-6			M	M	
	5-8				M	
Offshore energieopslag en conversie oplossingen, standalone en geïntegreerd in windturbine technologie	5-8	H	H	H	H	
Geïntegreerde energie eiland concepten	3-6		H	H		
	5-8				H	
<b>Integratie van zon, getijde, golven en energieopslag in windparken</b>						
Offshore energieopslag en conversie oplossingen, standalone en geïntegreerd in windturbine technologie	3-6	H	H			

<b>Deelprogramma 3 - Offshore energie en de omgeving</b>	TRL level	2020	2021-2023	2024-2026	2027-2030	Samenhang met andere MMIPs	Financiering
Onderwerp							
<b>Ecologie: Ontwikkeling windparken moeten netto-positieve effecten op ecologie krijgen</b>							
Ecologisch onderzoek naar voorkomen en gedrag van soorten, keteneffecten	1-4	H					
Ecologisch onderzoek, ontwikkeling en demonstratie van oplossingen voor mitigatie van negatieve en het versterken van positieve interactie met de ecologie (windenergie en drijvende zonneparken).	3-6	H	H				
<b>Meervoudig ruimtegebruik: Offshore windparken hebben volle integratie met andere toepassingen</b>							
Onderzoek naar het technische en economische potentieel van meervoudig ruimtegebruik, de risico's en de benodigde organisatorische en technische integratie	1-4	M	M				
De ontwikkeling van samenwerkingsmodellen tussen offshore windparken en andere gebruikers van de Noordzee om het ruimtegebruik te optimaliseren. Voorbeelden: visserij, kweek van schelpdieren, vis, zeewier, algen, toerisme, olie & gas en scheepvaart	3-6	H	H				
Het uitvoeren van offshore multi-use pilots (field labs) waarin samenwerking wordt gedemonstreerd, inclusief de integratie van drijvende zonne-energiesystemen.	5-8			M	M		
<b>CO2 life cycle footprint: ontwikkelen van zero-emission wind farms</b>							
Het verlagen van de CO2 life cycle footprint van offshore windparken	3-6	L	L				