

TKI Wind op Zee

Kennis- en Innovatieagenda wind op zee 2016-2019

Auteur: Bob Meijer, Michiel Zaaijer, Ernst van Zuijlen
Versie: Definitief
Datum: 27/5/2015

Inhoud

1	Visie, missie en centrale vraagstelling	4
2	De status van wind op zee in drie tijdperken – een zeegezicht	5
2.1	Lange termijn (30-50 jaar)	5
2.2	Middellange termijn (10-15 jaar)	6
2.3	Korte termijn (5 jaar)	7
3	Kader voor de korte en middellange termijn ontwikkelingen	8
4	Hoofdpijnen kennis- en innovatieagenda 2016-2019	8
4.1	Innovatie	8
4.2	Kennis	9
4.3	Overzicht programmering	9
4.4	Kwantitatieve doelstellingen programmering	10
5	Programmalijnen	11
5.1	Ondersteuningsconstructies	13
5.1.1	Het belang	13
5.1.2	De R&D onderwerpen	13
5.2	Windturbines en windcentrale	13
5.2.1	Het belang	13
5.2.2	De R&D onderwerpen	14
5.3	Intern elektrisch netwerk en aansluiting op het hoogspanningsnet	14
5.3.1	Het belang	14
5.3.2	De R&D onderwerpen	14
5.4	Transport, Installatie & Logistiek	15
5.4.1	Het belang	15
5.4.2	De R&D onderwerpen	15
5.5	Beheer en Onderhoud	15
5.5.1	Het belang	15
5.5.2	De R&D onderwerpen	16
6	Wetenschappelijke programmering	16
6.1	Onderzoeksthema's	16
6.2	Relatie tussen onderzoeksthema's en programmalijnen	17
6.3	Andere doorsnijdingen van onderzoeksportfolio	17
7	Samenwerking met andere topsectoren	18
8	Werkwijze en gebruik instrumenten	19
8.1	Activiteiten van het TKI-WoZ	19
8.2	Nationale overheid	19

8.3	NWO.....	19
8.4	ECN	20
8.5	Universiteiten en hogescholen	20
8.6	Internationale samenwerking	20
8.7	Publiek-private samenwerking	22
8.8	Deelnemers	23
8.9	Test en demonstratie	23
9	Kennis- en Innovatiecontract 2016-2017	24

1 Visie, missie en centrale vraagstelling

De visie van het TKI-WoZ is:

“Wind op zee is als grootschalige energiebron onontbeerlijk voor een duurzame toekomst en zal daar een beslissende rol spelen aangezien wind op zee op middellange termijn (voor 2030) concurrerend zal zijn. De Nederlandse offshore wind sector is internationaal leidend op veel (deel-)terreinen en zal dus snel en bovenmatig veel bijdragen aan de kostenreductie én aan de Nederlandse economie.”

De missie van het TKI-WoZ is dan:

“Het TKI Wind op Zee stimuleert de realisatie van deze visie door het faciliteren van onderzoek, ontwikkeling, demonstratie, kennisoverdracht, (internationale) samenwerking en marktontwikkeling zodat de kostenreductie en economische impact zo groot mogelijk zijn.”

Deze missie is verder uitgewerkt in drie Key Performance Indicators (KPI's):

KPI 1: Kostenreductie (40%)

KPI 2: Economische activiteit (werkgelegenheid en omzet)

KPI 3: Groeiende implementatie van wind op zee (onderdeel duurzaam energiebeleid en het Energieakkoord)

De centrale vraag van het TKI-WoZ, zoals aangeboden aan de Nationale Wetenschapsagenda, is:

“Hoe draagt wind op zee optimaal bij aan de betaalbare, betrouwbare en maatschappelijk verantwoorde energievoorziening van de toekomst?”

De offshore windenergieontwikkelingen spelen zich af in een internationaal (Noordzee georiënteerd) speelveld, waarin verschillende landen vergelijkbare doelstellingen hebben maar met concurrerende industrieën. Internationale samenwerking in pre-competitief onderzoek ligt daarbij voor de hand: het draagt bij tot het verhogen van het rendement op investeringen in R&D (meer onderzoek voor onze euro's), het mogelijk maken van zeer kostbaar grootschalig onderzoek en het versnellen van de ontwikkelingen. In die samenwerking kunnen Nederlandse onderzoeksinstituten met hun unieke en zeer kostbare onderzoeksfaciliteiten een grote rol spelen, zoals MARIN, Deltares en ECN. Deze kunnen dan worden aangevuld met buitenlandse onderzoeksfaciliteiten, zoals die van ORE Catapult of Fraunhofer.

Hiermee sluiten visie, missie en deze centrale vraag direct aan bij de maatschappelijke uitdagingen zoals die door de Europese Commissie zijn geformuleerd in het kader van het Horizon 2020 programma. Primair bij de uitdaging van “veilige, schone en efficiënte energie” waarbij Wind op Zee een grootschalige duurzame energiebron is. Daarnaast draagt Wind op Zee ook bij tot de voorwaarden voor “slim, groen en geïntegreerd vervoer” én “klimaat, hulpbronefficiëntie, grondstoffen” door het leveren van groene stroom en de bijdrage aan het programma systeemintegratie (zie voor samenwerking binnen internationale programma's § 8.6).

Het TKI Wind op Zee zet in dit document de hoofdlijnen van haar activiteiten en de programmering uiteen. Hiervoor is uitgebreid met stakeholders uit industrie en onderzoek geconsulteerd door middel van bijeenkomsten, adviezen en een openbare consultatie via de website.

2 De status van wind op zee in drie tijdperken – een zeegezicht

2.1 Lange termijn (30-50 jaar)

Windenergie op zee is een volwassen sector geworden, waarin een gezonde mix bestaat tussen (verticale) samenwerking in de keten en concurrentie tussen selecte groepen zeer ervaren leveranciers. Het product is volledig geïntegreerd in de klimaatneutrale energievoorziening waarbij wind op zee grote vermogens met grote voorspelbaarheid levert tegen concurrerende kosten in aanvulling op lokale energiesystemen.

Er zijn nog steeds diverse concepten en configuraties van windparken, maar het kaf is van het koren gescheiden. De grotere verschillen in de concepten maken het mogelijk om de parken te optimaliseren naar de condities van de locatie. Daarnaast leven een aantal concepten naast elkaar voor toepassing in dezelfde condities. Deze concepten hebben vergelijkbare prestaties, maar bieden concurrentie en verlagen de afhankelijkheid van specifieke leveranciers of materialen.

Veel van de gebruikte concepten zijn herkenbaar vanuit de situatie in 2015, maar er zijn ook grote wijzigingen opgetreden. Het is bijvoorbeeld denkbaar dat de primaire conversie nog steeds plaatsvindt met rotoren zoals we die nu kennen, maar dat het energietransport binnen het park of naar de kust in een andere vorm gebeurt. In de keuze van concepten, materialen en werkwijze speelt duurzaamheid een belangrijke rol. Op dit gebied vinden echter nog steeds ontwikkelingen plaats.

Benodigde data van omgevingscondities is voorhanden voor de ontwikkellocatie of een locatie in de nabije omgeving. Deze data komt veelal van remote sensing en kan eenvoudig uit verschillende bronnen worden verkregen. Wanneer data ontbreekt, kan deze door extrapolatietechnieken eenvoudig en nauwkeurig worden geschat. Voor de meting van zeer lokale condities, zoals bodemgesteldheid, zijn snelle methodes ontwikkeld. Voor gedetailleerde karakterisering van relevante omgevingscondities zoals stabiliteit van de atmosferische grenslaag en het windveld op grote hoogte zijn gevalideerde modellen in gebruik.

Interfaces en werkwijzen zijn veelal gestandaardiseerd. Naast de technische voordelen voor productie, uitwisselbaarheid en concurrentie biedt dit voordelen voor opleiding en mobiliteit van personeel. Mede dankzij de convergentie van de conceptuele opties, de stabilisatie van opschaling en de standaardisering van interfaces vindt retrofitting plaats van hoofdcomponenten, zoals de turbines. Daardoor krijgen basis elementen, zoals de onderhoudsinfrastructuur, ondersteuningsconstructies en het energietransportsysteem, een langere of semipermanente gebruiksduur.

Vrijwel al het materieel dat gebruikt wordt voor installatie en onderhoud is specifiek ontwikkeld en in gebruik voor wind op zee. Vooral onderhoudsmaterieel is echter zodanig ontwikkeld dat het ook wordt ingezet voor andere vormen van energie op zee, zoals golfenergie.

Andere vormen van energie op zee zijn op sommige locaties geïntegreerd met wind op zee, waarbij b.v. windturbines en een apparaat voor de omzetting van golfenergie gebruik maken van dezelfde

ondersteuningsconstructie. Vaak is er echter sprake van een minder gekoppelde symbiose, waarbij b.v. locatie, onderhoudsfaciliteiten en/of het energietransportsysteem worden gedeeld. Er is ook een gezamenlijke kennisdatabase en –ontwikkeling.

De vergaande ontwikkeling van de geconsolideerde concepten en de standaardisering maken de introductie van nieuwe concepten moeilijker. Dit vindt daarom nog maar beperkt plaats. Verbeteringen aan het ontwerp richten zich vooral op nauwkeurigere modellering, waarmee preciezer en betrouwbaarder kan worden geoptimaliseerd. Enkele concepten die sterk afwijken van de status quo zijn nog in ontwikkeling en separaat geïmplementeerd. Deze concepten wijken b.v. aanzienlijk af in de beoogde schaalgrote of de beoogde toepassing. Gedacht kan worden aan airborne windenergie of conversie van wind naar waterstof op verafgelegen locaties.

2.2 Middellange termijn (10-15 jaar)

Het energiesysteem is volop in transitie, waarbij windenergie samen met goed regelbaar vermogen een steeds grotere rol speelt. Windparken op zee zijn power plants die bedreven worden zoals alle componenten van het energiesysteem. De kosten van wind op zee dalen nog steeds na de grote sprong die gemaakt is rondom 2020. Door kwantificering van de totale maatschappelijke kosten en baten van energie speelt wind op zee een volwaardige en concurrerende rol in de energievoorziening. Het innovatiesysteem draait op volle toeren waarbij het Nederlandse MKB in de maritieme sector maar ook als leverancier van turbinecomponenten grote toegevoegde waarde heeft. Vanwege de uitstekende positie van Nederland (zowel fysiek als qua kennis en logistiek) worden diverse windparken op de Noordzee vanuit Nederland gebouwd waarbij ook de assemblage van ondersteuningsconstructies en windturbines en grootschalige onderhoud vanuit Nederland plaatsvindt. De selectie van kansrijke concepten voor deze steeds grotere windparkonderdelen is vrijwel uitgekristalliseerd al zijn er nog diverse niches voor nieuwe ontwerpen en toepassingscombinaties met andere gebruiksfuncties op zee.

Er is een veelheid aan concepten en configuraties van windparken en in deze fase vindt (verdere) selectie plaats. Hierbij speelt min-of-meer gescheiden demonstratie van bijna marktrijpe producten nog steeds een belangrijke rol, maar demonstratie vindt steeds meer plaats binnen reguliere windparken. Een groot deel van de kostenreductie is en wordt door deze selectie van concepten bereikt. Daardoor verschuift de aandacht steeds meer naar duurzaamheid van de oplossingen.

Data voor omgevingscondities is in ruime mate voorhanden, maar de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid is niet altijd bekend of voldoende. Ook zijn er nog donkere plekken in de kaart, waar data ontbreekt. Zowel het verzamelen van data als de ontwikkeling van nieuwe (remote sensing) meetmethodes krijgen nog volop aandacht.

Er is steeds meer aandacht voor standaardisering. Doordat zowel de verscheidenheid aan concepten als de opschaling nog in ontwikkeling zijn wordt er echter voor gewaakt dat standaardisering niet te vroeg een status quo creëert. Door specifieke ruimte te beiden voor nieuwe concepten en spelers is er veel dynamiek in de oplossingen die de steeds grotere schaal van turbines en parken mogelijk maken.

Symbiose van wind op zee met andere energievormen op zee vindt plaats op demonstratieschaal. Er is wel vergaande samenwerking in kennisontwikkeling.

2.3 Korte termijn (5 jaar)

Wind op zee begint zich als eigenstandige sector te manifesteren. Het innovatiesysteem werpt zijn vruchten af doordat meer en meer partijen zich specifiek richten op wind op zee-innovaties, terwijl de markt een stabiel perspectief biedt. Op diverse terreinen dragen fundamenteel wetenschappelijke onderzoeksterreinen bij aan doorbraken op het gebied van schaal, onderhoud, regeling van turbines en parken. Nederland heeft als supplier van windtechnologie maar vooral als waterbouwer een grote toegevoegde waarde, zowel economisch als qua innovator. Nederland vormt een centre of competence voor offshore wind constructie: de “offshore wind valley”

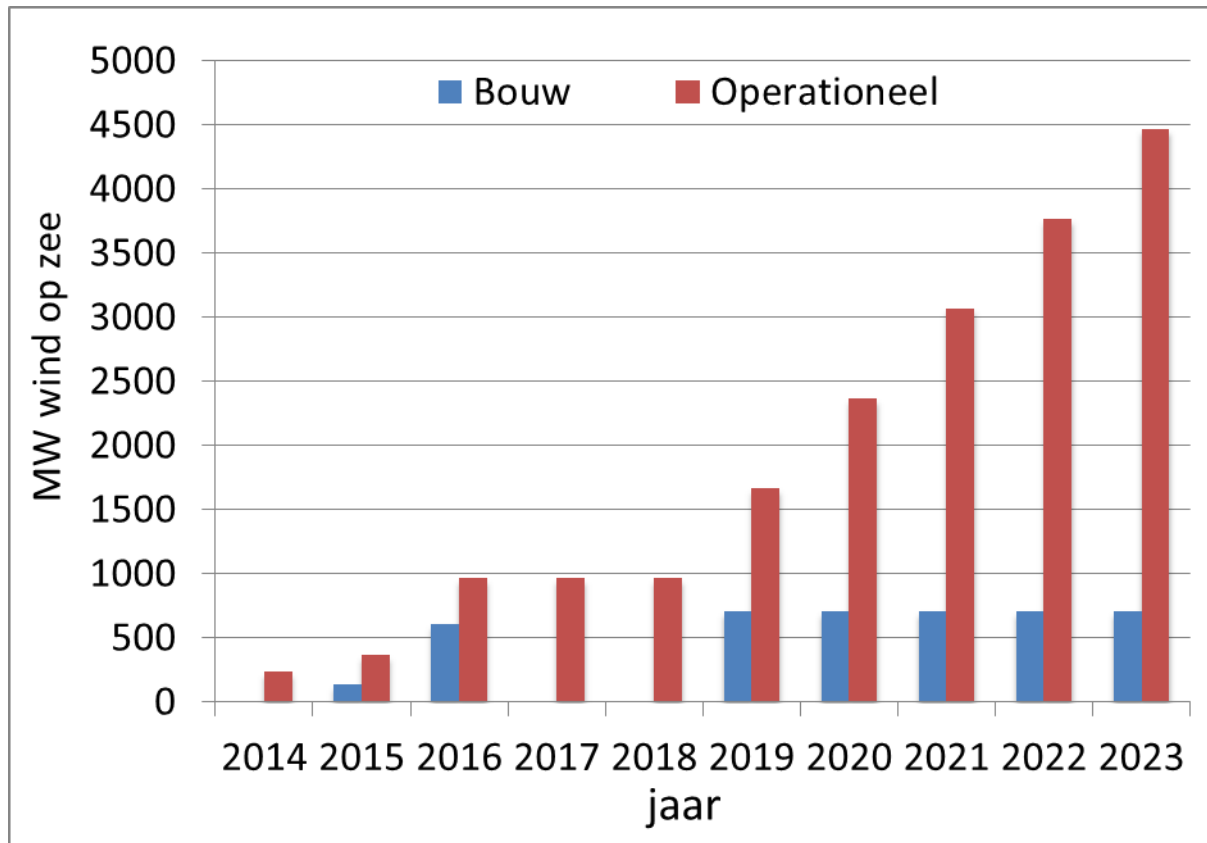
Er zijn veel nieuwe concepten in ontwikkeling. Deze concepten zullen de drempel moeten overwinnen, die is opgeworpen door de voorsprong in de ontwikkeling die huidige concepten al hebben doorgemaakt. Daardoor speelt demonstratie een belangrijke rol in deze fase. Enkele concepten worden gedemonstreerd en voor diverse concepten is de demonstratie in voorbereiding. Enkele kleinere en/of minder riskante innovatie zijn direct toegepast in parken die ontwikkeld worden. Er is nog geen duidelijkheid welke concepten het beste zijn en er worden nog steeds kansrijke nieuwe ideeën gelanceerd.

De vinger is gelegd op de zere plek in de kennis over omgevingscondities. Beperkingen in de beschikbaarheid van data is in kaart gebracht, nadelen van huidige meetmethoden zijn bekend en gevaren van (te simpele) modellen zoals voor een extreme vlaag zijn geïdentificeerd. Op veel van deze terreinen zijn suggesties gedaan voor verbetering en zijn de eerste stappen gezet.

Er is nog geen symbiose van wind op zee met andere energievormen op zee gerealiseerd. Samenwerking in kennisontwikkeling is opgestart.

3 Kader voor de korte en middellange termijn ontwikkelingen

Met de komst van het Energie Akkoord voor Duurzame Groei is er in Nederland een solide basis voor wind op zee gelegd. Zie onderstaande figuur, waarin de geplande uitrol van het Energie Akkoord in groen is aangegeven. Omgekeerd wordt kostenreductie als voorwaarde gesteld aan de uitrol van wind op zee. Doordat het Energie Akkoord zowel het tempo van de kostenreductie als het tempo van de implementatie vastlegt wordt een koppeling gemaakt tussen kostenreductie en CO₂ uitstoot reductie.



4 Hoofdpijnen kennis- en innovatieagenda 2016-2019

De in hoofdstuk 2 geschetste lange termijn ontwikkeling van wind op zee laat enkele tendensen zien. Er is eerst een divergerende fase, waarin vele nieuwe concepten worden ontwikkeld, o.a. op basis van fundamentele kennisverwerving. Daarna volgt een convergerende fase, waarin de variatie in concepten wordt teruggebracht. Via simulaties, schaalmodellen en prototypes worden deze concepten doorontwikkeld. Onshore en offshore test en demonstratie is vaak een laatste stap tot grootschalige toepassing. Tegelijkertijd vindt een overgang plaats van ontwikkelingen die gericht zijn op kostenreductie, naar ontwikkelingen die gericht zijn op duurzaamheid.

In het perspectief van de lange en middellange termijn verwachtingen ziet de kennis en innovatieagenda op de korte termijn (2016-2019) er als volgt uit.

4.1 Innovatie

- Innovatie is in een sterk divergerende fase met ruimte voor fundamenteel nieuwe inzichten

- Innovatie vindt plaats over de gehele lijn (o.a. voor componenten, materieel, procedures)
- Het succes van de keten wordt mede bepaald door het innovatiesysteem: de samenhang in R, D, D&D, markt en energiesysteem creëert kansen en oplossingen.
- Test en demonstratie scheiden het kaf van het koren
- De kansen voor ingrijpende innovaties liggen op de korte en middellange termijn. Daarna nemen de kansen af door oplopende ontwikkelachterstand van innovaties en de status quo (volwaardige concurrentiepositie) van de dan aanwezige technologie.

4.2 Kennis

- Verbetering in data, modellen en meetmethodes van omgevingscondities
- Nieuwe modellering t.b.v. analyse van nieuwe concepten
- Ontwikkeling van analyse- en ontwerpmethodes gericht op kostenreductie
- Normering voor nieuwe (kansrijke) concepten
- Verbetering van analyse van bestaande concepten, waarvan verwacht wordt dat ze blijven
- Opstarten kennisontwikkeling gericht op standaardisering i.v.m. toekomstperspectief
- Opstarten kennisontwikkeling gericht op duurzaamheid i.v.m. toekomstperspectief
- Opstarten kennis delen en ontwikkelen met gebruikers van andere energievormen op zee

4.3 Overzicht programmering

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de elementen van de programmering van de kennis- en innovatieagenda.

Termijn (jaar)	Opgave voor de agenda 2016-2019	Type benodigde activiteit	Hoofdrospelers	Instrument	Omvang in €/jaar
30-50	Fundamentele vragen	Research	Universiteiten	NWO middelen	Tientallen miljoenen
10-15	Pre-competitief onderzoek (JIP's)	Discovery	TO2 (ECN / TNO)	Departementen (EZ-Innovatie)	Miljoenen
5	Innovaties	Development & Demonstration	Ondernemingen	Departementen (SDE+ innovatie)	Tientallen miljoenen
1	Implementatie en beleidsoptimalisatie	Deployment	Ontwikkelaars, investeerders en overheid	Departementen (Opdrachtmiddelen) SDE+ productie	Miljarden

De programmalijnen van de kennis- en innovatieagenda zijn vooral gericht op de innovaties en het pre-competitief onderzoek van de korte en middellange termijn. Deze programmalijnen zijn daarom toepassingsgericht ingedeeld, naar de hoofdcomponenten en hoofdactiviteiten van een wind park op zee. Hierdoor sluit de programmering van deze lijnen direct aan bij de behoeftes van ondernemingen in de sector. De programmalijnen zijn verder uitgewerkt in Hoofdstuk 5.

De fundamentele vragen voor de lange termijn leiden tot een andere doorsnede door de programmering dan in de programmalijnen is neergelegd. De wetenschappelijke uitdagingen zijn namelijk verdeeld over de betrokken disciplines, zodat deze programmering beter aansluit bij de

organisatie van wetenschappelijk onderzoek. De programmering van het onderzoek aan fundamentele vragen is verder uitgewerkt in Hoofdstuk 6. Hierin wordt ook de relatie tussen de programmalijnen en de disciplinaire indeling van de wetenschappelijke programmering toegelicht.

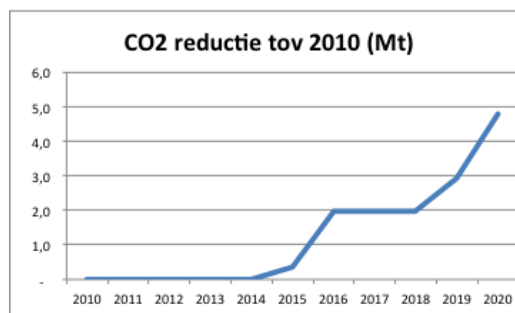
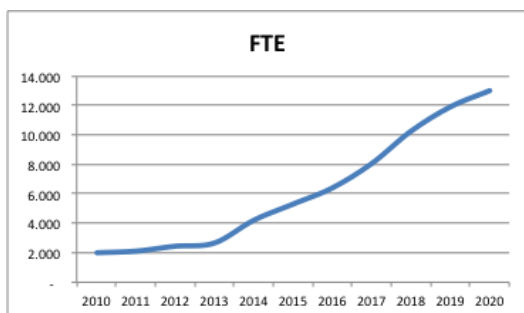
Het TKI wind op zee draagt bij aan de implementatie en beleidsoptimalisatie door kennisvergaring en door het faciliteren van kennisuitwisseling. Dit gebeurt in de strategische werkstromen. De strategische werkstromen worden kort toegelicht aan het begin van Hoofdstuk 5.

4.4 Kwantitatieve doelstellingen programmering

Zoals in de inleiding al opgenomen heeft het TKI Wind op Zee doelstellingen op het gebied van kostenreductie, economische activiteit en implementatie van wind op zee. Deze doelstellingen zijn gekoppeld aan het Energieakkoord en de doelstellingen van de Topsector Energie. Deze doelstellingen zijn eerder in de periodieke review van de Topsector Energie geverifieerd. Deze doelstellingen kunnen voor de tussenliggende periode worden vertaald naar

	2010	...	2015	...	2020
GW geïnstalleerd	0,228	...	0,357	...	2,000
FTE	2.000	...	5.300	...	13.000
CO2 reductie additioneel tov 2010 (Mt)	-	...	0,3	...	4,8
Kostenreductie (bij FID)	0%	...	12%	...	40%

De ontwikkeling gedurende de periode 2010-2020 kan als volgt worden geschetst:



5 Programmalijnen

De activiteiten van het TKI Wind op Zee zijn onderverdeeld in 5 programmalijnen en 2 thema's:

Programmalijnen

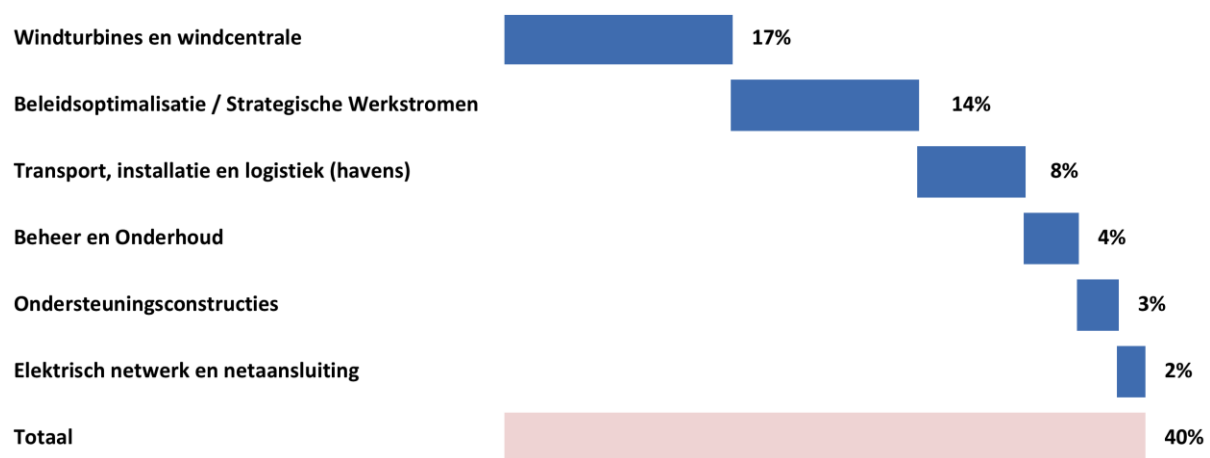
1. Ondersteuningsconstructies
2. Windturbines en windcentrale
3. Intern elektrisch netwerk en aansluiting op het hoogspanningsnet
4. Transport, Installatie en Logistiek
5. Beheer en Onderhoud

Thema's

- a. Demonstratiefaciliteiten
- b. Strategische Werkstromen (niet-technische activiteiten)

Binnen de programmalijnen is een gebalanceerd portfolio van activiteiten en onderwerpen gedefinieerd, die ieder bijdragen aan één of meerdere van de schakels *discovery*, *development*, *demonstration* en *deployment* van de innovatieketen. De thema's hebben betrekking op alle programmalijnen en lopen daar dwars doorheen.

Binnen de programmalijnen verschilt het kostenreductiepotentieel. Afgezet tegen de 40% doelstelling is hieronder aangegeven waar de bijdrage verwacht kan worden. Er is niet één enkele oplossing: alle elementen zullen moeten worden geadresseerd om de doelstellingen te realiseren.



Afbeelding 1 Potentiële bijdrage aan de kostenreductie van programmalijnen

Thema a: Demonstratie faciliteiten

Een proeftuin is een essentieel onderdeel van de R&D activiteiten. Zo'n proeftuin is een fysieke locatie ergens voor de Nederlandse kust of op land waarbij allerlei nieuw ontwikkelde innovaties, technieken en werkmethodes uitgetest kunnen worden voordat ze echt op grote schaal toegepast zullen worden. Een proeftuin vormt zo een schakel tussen *discovery* en *development* enerzijds en *deployment* anderzijds. Hiermee wordt een brug geboden over de zogenaamde "valley of death" waar veel innovaties in de praktijk op stuk lopen. Het TKI Wind op Zee werkt aan demonstratiefaciliteiten op zee in de vorm van embedded demonstration (ondersteuning van demonstratie binnen reguliere offshore windparken) en co-locatie (op zichzelf staande demonstratie locaties dicht bij reguliere windparken). Ook wordt gekeken naar locaties op land en op zee waar deeloplossingen gedemonstreerd of getest kunnen worden. Deze locaties kunnen ruimte bieden met vergunningen en infrastructuur om volwaardige testprogramma's uit te voeren. Demonstratie

wordt bij voorkeur gecombineerd met meetprogramma's en validatie van rekentools om algemene kennis uit de demonstratie beschikbaar te maken voor de gehele sector.

Thema b: Strategische Werkstromen (niet-technische activiteiten)

Het programma van het TKI Wind op Zee bestaat naast onderzoeksprojecten ook uit niet-technische activiteiten of Strategische Werkstromen. Hierbij horen netwerkvorming en het faciliteren van het innovatiesysteem en van de energietransitie (geformuleerd als doel van de Topsector Energie). Binnen de Strategische Werkstromen is onderscheid gemaakt tussen niet-technische activiteiten die betrekking hebben op de alle programmaliijnen en TKI overstijgende onderwerpen.

De niet-technische activiteiten bestaan onder meer uit het zelfstandig laten uitvoeren van onderzoek naar knelpunten en kansen in de transitie. Ook zijn er activiteiten gericht op de financiële modellering en monitoring van kostenreducties, MKB aanpak, dataverzameling en verwerking, de supply chain, systeemintegratie, projectorganisatie, veiligheid, standaardisatie, contractstructuren en milieueffecten.

De TKI-WoZ overstijgende onderwerpen zijn het ondersteunen van internationale contacten zoals exportmissies, kennisuitwisseling en samenwerking en maatschappelijke doelen zoals stimuleren van offshore wind onderwijs (Human Capital Agenda) of energie gerelateerde sociale-innovatieprojecten (STEM). Begrip van de integrale kosten van offshore wind ten opzichte van andere energiedragers, de werking van het innovatiesysteem en maatschappelijk draagvlak zijn hierbij belangrijke onderwerpen. Genoemde activiteiten worden binnen de Topsector Energie gecoördineerd.



Afbeelding 2 Nederlandse bedrijven aangesloten bij het TKI Wind op Zee (niet compleet)

De programmaliijnen zijn hieronder verder gedetailleerd. Bij de uitvoering van het programma zijn veel Nederlandse ondernemingen en onderzoeksinstituten betrokken. Bovenstaande figuur geeft daarvan een (niet compleet) overzicht.

5.1 Ondersteuningsconstructies

5.1.1 Het belang

Nederland heeft sterke spelers en een goed ontwikkelde MKB supply chain met innovatieve productielijnen voor ondersteuningsconstructies van windturbines. Deze bedrijven zijn soms al marktleider, en willen hun positie borgen en verder uitbouwen.

Naast het optimaliseren van bestaande ondersteuningsconstructies door middel van de juiste ontwerpmethoden en toepassing van integrale ontwerp- en optimalisatie tools, is kostendaling mogelijk door het ontwerpen van geheel nieuwe typen ondersteuningsconstructies en op het gebied van optimale fabricage door middel van bouwresearch.

5.1.2 De R&D onderwerpen

1. Ontwerptools: Ontwikkelen van betere en goedkopere constructies dankzij verbeterde ontwerptools gebaseerd op de nieuwste “*state-of-the-art*” ontwerpstandaarden. Door onderzoek en metingen in de praktijk kunnen ontwerpregels met betrekking tot corrosie, vermoeiing en veiligheidsmarges worden geverifieerd en aangescherpt. Het valideren en de certificeren van ontwerptools valt ook onder deze activiteit.
2. Zee (bodem) onderzoek: Vergaren van meer kennis over ondergrond en golven en hun interactie met de fundering. De modellen waarmee ondersteuningsconstructies worden berekend kunnen verder worden geoptimaliseerd door testen in de proeftuin.
3. Nieuwe concepten: Ontwerpen en testen van nieuwe concepten en varianten (bijvoorbeeld XXL Monopiles, Jackets, Gravity Base, Floating Foundations), geïntegreerd ontwerp van fundatie en toren, onderzoek naar innovatieve verbindingstechnieken (bijvoorbeeld de slip-joint) ter vervanging van grout en toepassing van andere componenten en materialen (composietmaterialen, sandwichconstructies, hybride materialen).
4. Life cycle aspecten: ontwerp van ondersteuningscontracties met het oog op end-of-life, life-time extension, repowering, decommissioning en re-cycling.
5. Bouwresearch: snelle, efficiënte serieproductie van de ontwerpen, zoals die tevoorschijn komen uit de bovenstaande acties, zowel onshore als offshore. Verbeteringen van het fabricage proces.

5.2 Windturbines en windcentrale

5.2.1 Het belang

De windturbine is een complex product samengesteld uit vele onderdelen. R&D voor windturbines gebeurt deels door de Original Equipment Manufacturers (OEM's), deels door de toeleveranciers van componenten. Nederlandse bedrijven spelen een grote rol op het vlak van die componenten én kunnen hun positie op de windturbine markt ontwikkelen door de introductie van nieuwe technologie passend in de trend naar grotere windturbines, hogere beschikbaarheden, grotere bladen en verbeteringen in het transmissiesysteem. Binnen deze programmalijn vallen zowel volledig nieuwe windturbines als de componenten.

Een offshore windpark zou moeten worden ontworpen als een “wind power station”, maar is nu vooral een gecoördineerde samenbouw van componenten met een verschillende achtergrond. Het geïntegreerd ontwerpen op basis van de laagste cost of energy van het gehele windpark staat nog in

de kinderschoenen. Voorbeelden van integratieaspecten zijn: innovaties gericht op verhoging van de betrouwbaarheid en levensduur van het windpark, geïntegreerd ontwerpen van turbine plus ondersteuningsconstructie plus netwerk en optimalisatie van de windcentrale. Dit laatste steunt onder andere op een hogere mate van regelbaarheid van iedere turbine en de afstemming van de turbines op elkaar en op de integratie met het elektriciteitsnetwerk.

5.2.2 De R&D onderwerpen

1. Multidisciplinaire analyse van windturbines en windcentrale (aerodynamica, dynamica, materialen en regeltechniek) en een meer geïntegreerde ontwerpaanpak.
2. Innovaties van componenten van windturbines (bv. bladen, lagers, generatoren, transmissiesystemen) onder andere gericht op het vergroten van de betrouwbaarheid, opbrengsten en levensduur. Hierbij horen ook het ontwikkelen van nieuwe materialen en coatings naast de life cycle aspecten van de windturbine componenten.
3. Ontwikkeling van de volgende generatie windturbines. Hierbij zou ook verkennend onderzoek kunnen plaats vinden voor toepassing van VAWT en Airborne technologie op de langere termijn.
4. Optimalisatie van de windcentrale als geheel, gericht op een verlaging van de cost of energy.
5. Verbeteren kennis offshore windklimaat.

5.3 Intern elektrisch netwerk en aansluiting op het hoogspanningsnet

5.3.1 Het belang

De elektrische verbinding tussen de windturbine en het elektriciteitsnetwerk is een complex systeem. Technologische uitdagingen liggen op het gebied van bekabeling, HVAC, HVDC, blindstroomcompensatieapparatuur, DC-schakelapparatuur, vermogenselektronica en elektrotechnische beveiliging en besturing (SCADA). Ontwikkelingen die een rol spelen zijn o.a. hogere spanningsniveaus, het infield netwerk en de export kabels, afwijkende frequenties en hogere beschikbaarheidseisen.

Het ontstaan van een offshore netwerk met e-hubs zorgt voor koppeling van offshore windparken en van de Europese markten. Het fluctuerende gedrag van wind wordt steeds meer bepalend voor de energiestromen in het Europese net. Een oplossing hiervoor is het smart transmission grid (of smart super grid), een net waarin op transmissieniveau slimme besturings- en regelmogelijkheden zijn ingebouwd. Hierbij kan de verbinding gemaakt worden met het Systeemintegratie programma van de Topsector Energie waarvan energieopslag, vraagsturing en conversie onderdeel vormen.

5.3.2 De R&D onderwerpen

1. Optimalisatie van de AC en DC transmissiesystemen en het ontwikkelen van systemen voor hogere vermogens en spanningsniveaus.
2. Functieverschuiving tussen windturbines, kabels en substations. Het optimaliseren van de netaansluiting tussen windparken en het openbare net.
3. Het ontwikkelen van monitoring technieken voor het bepalen van de status van de kabel (partial discharge, trillingsmetingen, temperatuurbewaking, etc.) en dynamic power management.
4. Smart transmission grid. Het ontwerpen en demonstreren van slimme besturings- en regelmogelijkheden op windturbine-, onderstation- en windparkniveau. Het inzetten van windturbine en windpark voor het leveren van ancillary services.

5. Ontwerpen, demonstreren en standaardiseren van de combinatie van internationale transmissie met een offshore wind park met oog voor technische aspecten, inrichting van elektriciteitsmarkten en aanpassen van regelgeving.

5.4 Transport, Installatie & Logistiek

5.4.1 Het belang

Nieuwe schepen en equipment zijn nodig om de steeds grotere turbines en fundaties sneller en bij hogere zeegang te kunnen installeren. Bestaande en nieuwe funderingstypes kunnen sneller geïnstalleerd worden, waarbij het effect op de omgeving van b.v. heigeluid gereduceerd kan worden. Aansluiting van elektriciteitskabels op fundatie/ windturbines en het offshore onderstation blijkt regelmatig een uitdaging te zijn. Kabels kunnen doeltreffender worden gelegd en ingegraven. Verdere verbetering kan worden bereikt door afstemming tussen en vermindering van de componenten die offshore geïnstalleerd moeten worden. Een goede infrastructuur voor de logistiek draagt bij aan kostenreductie. Hierbij kan aanpassing of nieuwbouw van havens op land of in zee noodzakelijk blijken.

Op dit moment is nog geen ervaring met decommissioning van grote windparken op zee. In de nabije toekomst zullen materieel en methodieken nodig zijn voor deze decommissioning. Hiervoor is afstemming van materieel, infrastructuur en methodieken voor installatie en decommissioning van belang.

5.4.2 De R&D onderwerpen

1. Nieuwe gespecialiseerde schepen en equipment voor installatie, O&M en decommissioning. Bijvoorbeeld schepen voor het vervoeren van complete windturbines, voor nieuwe fundatietechnieken zoals boren, en schepen die sneller en bij hogere zeegang kunnen installeren.
2. Verbeterde installatie- en decommissioning methoden; bijvoorbeeld gericht op hoger heitempo, geluidsreductie, alternatieve inbrengingsmethoden (boren, trillen), gecontroleerde ontgroning en betere verwijderbaarheid.
3. Betrouwbaardere en betere methodes van het ingraven (of boren) én aansluiten van de elektriciteitskabels en voor het verwijderen aan het einde van de levensduur.
4. Het verbeteren van de interfaces tussen componenten die offshore geïnstalleerd worden.
5. Onderzoek naar betere infrastructuur (incl. havens) en de logistieke keten.

5.5 Beheer en Onderhoud

5.5.1 Het belang

Circa een kwart van de kosten van offshore windenergie is gerelateerd aan het beheer en onderhoud van windparken. Beheer en onderhoud kan, ook door de grotere schaal van de sector, geoptimaliseerd gaan worden. Dit vormt een belangrijk aangrijpingspunt in het verlagen van de kosten. Veel grote en kleine Nederlandse MKB bedrijven zijn actief op dit gebied, of willen dat worden. Ook de Nederlandse kennisinstellingen zijn actief op dit gebied en hebben een goede kennispositie. Door effectief onderhoud kan de beschikbaarheid van windturbines verder worden opgevoerd wat direct leidt tot hogere productie en lagere Cost of Energy.

5.5.2 De R&D onderwerpen

1. O&M methodiek uitwerken in concept en toetsen in de praktijk in bestaande parken en de proeftuin, ontwerp van stabielere O&M schepen, hotelschepen voor accommodatie, en optimalisatie van de onderhoudsstrategie door betere kennis van metocean omstandigheden. Hierbij spelen ook de Human Factors en de relatie met Crew Performance en veiligheid een rol.
2. Ontwikkelen van nieuwe transport- en overstapsystemen en het verbeteren van monitorings- en survey technologieën en reparatiemethoden.
3. Verzamelen van operationele prestatiegegevens ten behoeve van benchmarking. `Modelleren, meten / monitoren en voorspellen van de toestand en de slijtage van componenten om gepland onderhoud te doen en ongepland onderhoud zo veel mogelijk te vermijden (condition based maintenance) en door aanpassingen in de regelstrategie de productie van turbines (in deellast) tot het moment van (gepland) onderhoud mogelijk te maken. De inzet van autonomously inspection devices.
4. Optimaliseren van de onderhoudslogistiek (service logistics)
5. Organiseren van O&M bases in Nederlandse havens, in samenspraak met lijn 1: onderzoek naar kunstmatige werkeilanden op zee, clusteren van een onderhoudsbasis.

6 Wetenschappelijke programmering

6.1 Onderzoeksthema's

De fundamentele vragen voor de lange termijn leiden tot een andere doorsnede door de programmering dan in de programmalijnen is neergelegd. Wind op zee valt onder de maatschappelijke uitdaging: Schone energie, circulaire economie. De wetenschappelijke uitdagingen daaronder zijn namelijk verdeeld over de betrokken disciplines, zodat deze programmering beter aansluit bij de organisatie van wetenschappelijk onderzoek.

Er zijn elf onderzoeksthema's waarvoor relevante, nog onbeantwoorde fundamentele onderzoeksvragen zijn geformuleerd. Op elk van deze thema's zijn Nederlandse onderzoekers actief. De elf thema's zijn hieronder opgesomd, met bij elk een voorbeeld van een relevante onderzoeksvraag. De thema's zijn verder uitgewerkt door de European Academy of Wind Energy (www.eawe.eu):

1. Materials and Structures
Kunnen we materialen op specificatie maken, b.v. voor een gewenste gewicht/sterkte verhouding?
2. Wind and Turbulence
Hoe gedraagt de wind zich boven zee op de hoogte waar de atmosferische grenslaag eindigt?
3. Aerodynamics
Welk effect heeft de menging van zogen in een windpark op de windsnelheid en turbulentie?
4. Control and System Identification
Hoe kunnen regelsystemen worden ontwikkeld die gebruik maken van gedetailleerde, niet-lineaire modellen (en gedragsvoorspelling) van turbines en parken?

5. Electricity Conversion
Hoe kan betrouwbaarheid en falen van elektrische componenten worden gemodelleerd en voorspeld?
6. Reliability and Uncertainty Modelling
Hoe vertalen onzekerheden in omgevingscondities en modellen zich in onzekerheden en risico's voor een heel windpark?
7. Design Methods
Welke optimalisatie-algoritmes en welke modellen moeten worden gekozen om binnen redelijke ontwerptijden een goede ontwerp oplossing te genereren?
8. Hydrodynamics, Soil Characteristics and Floating Turbines
Hoe gedraagt een drijvende windturbine zich (met name) in een extreem hoge golf?
9. Offshore Environmental Aspects
Welke invloed heeft de aanwezigheid van windparken op zee op de biodiversiteit?
10. Power Generation by wind / wind park as power plant
Hoe kan de elektriciteitsvoorziening stabiel blijven ondanks of dankzij grote windparken op zee?
11. Societal and economic aspects of wind energy
Hoe kan de belasting van wind op zee op het milieu worden geminimaliseerd en de waarde worden gemaximaliseerd?

6.2 Relatie tussen onderzoeksthema's en programmalijnen

Onderstaande tabel identificeert in welke programmalijnen de onderzoeksthema's een belangrijke rol spelen. De onderzoeksthema's kunnen ook een (minder belangrijke) rol spelen in programmalijnen die niet worden aangegeven.

Onderzoeksthema	Programmalijn					
	1	2	3	4	5	SW ¹
1. Materials and Structures	X	X	X			
2. Wind and Turbulence	X	X				
3. Aerodynamics	X	X				
4. Control and System Identification	X	X	X			
5. Electricity Conversion		X	X			
6. Reliability and Uncertainty Modelling	X	X	X			
7. Design Methods	X	X		X	X	
8. Hydrodynamics, Soil Characteristics and Floating Turbines	X					
9. Offshore Environmental Aspects	X	X		X	X	
10. Power Generation by wind / wind park as power plant²		X	X			
11. Societal and economic aspects of wind energy			X	X	X	X

¹ Strategische Werkstromen (niet-technische activiteiten)

² Systeem aspecten worden onderzocht in samenhang met het programma systeemintegratie

6.3 Andere doorsnijdingen van onderzoeksportfolio

Er zijn verscheidene aspecten te identificeren, die binnen meerdere onderzoeksthema's terugkomen. Deze vormen een andere doorsnede door de onderzoeksportfolio. Voorbeelden hiervan zijn:

- kennis over de omgeving, kennis over de interactie met de omgeving en kennis over het optimaal realiseren van energie van wind op zee
- ICT-behoefte (b.v. het toegankelijkheid maken van databases met site-condities en het ondersteunen van het verzamelen van onderhoudsgegevens)
- Big Data (b.v. de verwerking van validatie-experimenten voor rotor-aerodynamica en het gebruik van operationele gegevens voor monitoring)
- onzekerheden (b.v. de variatie in jaarlijkse gemiddelde windsnelheid en het effect van de onzekerheid in inflatie op de winstgevendheid)
- trade-offs (b.v. de keuze tussen high- en low-fidelity modellen en de maatschappelijke kosten en baten van offshore wind), en
- schaalniveaus (b.v. van turbulente structuren van enkele millimeters tot storm passages van honderden kilometers voor omgevingscondities en van de propagatie van haarscheurtjes op microscopische schaal tot niet-lineaire vervormingen van 100 m lange rotor bladen voor de analyse van constructies).

Zowel de breedte van het onderzoeksveld als deze doorsnijdende aspecten pleiten ervoor om te waken voor te nauwe kaders bij het faciliteren van het onderzoek aan wind op zee. Tevens pleit het ervoor om de benadering van het onderzoek aan wind op zee niet alleen te voeren vanuit een thematische invalshoek, maar deze ook te bezien vanuit andere doorsnijdingen.

7 Samenwerking met andere topsectoren

De offshore wind sector heeft een aantal raakvlakken met andere sectoren. Voorbeelden hiervan zijn de maritieme sector door het offshore bouwen en transport en logistiek bij de bouw en onderhoud. Daarnaast is er sprake van raakvlakken met andere energieproducenten en het gehele energiesysteem. Ook de uitvoering van grote infrastructuur projecten in PPS verband heeft overlap met de manier van werken van offshore windenergie projecten. Deze raakvlakken leiden tot samenwerkingsmogelijkheden tussen (of binnen) de topsectoren.

Topsector Water

Met de Topsector Water, TKI Maritiem, wordt onderzocht of een gezamenlijk programma voor Energie op Zee (waaronder golf- en getijdenenergie) mogelijk is. Er is sprake van overlap met de activiteiten van beide sectoren én deze duurzame energie mogelijkheden zijn op dit moment niet belegd. Hoewel de mogelijkheden voor implementatie in Nederland beperkt zijn, is het export potentieel groot.

Daarnaast is het onderzoek gericht op drijvende windturbinefundaties een onderwerp waar samenwerking voor de hand ligt: drijvende constructies en de interactie met de windturbine en het netwerk.

Andere onderwerpen waar raakvlakken liggen zijn de bouw van slimme schepen voor installatie en onderhoud aan offshore windparken of offshore mossel-, algen- en zeewierteelt.

Op het gebied van HCA, veiligheid op zee, mogelijke synergieën met andere gebruikers (beheer, onderhoud, energiewinning of -gebruik en ruimtegebruik), maatschappelijke acceptatie zoekt het TKI-WoZ waar mogelijk samenwerking met de andere betrokken TKI's zoals het TKI Maritiem. Binnen de Topsector Energie wordt op dit gebied samenwerking gezocht met het TKI Gas.

Topsector Logistiek

Met het TKI Logistiek wordt onderzocht in hoeverre Service of Maintenance Logistics concepten binnen de offshore wind sector toegepast kunnen worden.

Binnen de Topsector Energie

In het kader van het Systeemintegratie programma wordt door het TKI Wind op Zee meegewerkt aan, met name, het onderwerp energieopslag. Ook de netinpassing van offshore windenergie (zie programmalijnen) is een onderwerp van systeemintegratie.

Naast Systeemintegratie kunnen de mogelijkheden voor samenwerking met het TKI Gas op het vlak van de offshore olie- en gaswinning worden onderzocht zoals gas-to-wire, power-to-gas en energieopslag.

8 Werkwijze en gebruik instrumenten

8.1 Activiteiten van het TKI-WoZ

Het TKI-WoZ onderneemt de volgende activiteiten t.b.v. de uitvoering van de kennis- en innovatieagenda:

- Programmering en inzet middelen in samenwerking met de overheid
- Matchmaking t.b.v. onderzoeks- en ontwikkelprojecten en sectorvorming in het algemeen
- Organisatie van evenementen t.b.v. kennisuitwisseling
- Faciliteren van demonstratiefaciliteiten in samenwerking met de overheid en de sector
- Verzamelen van kennis en informatie ter ondersteuning van implementatie en beleidsoptimalisatie.
- Faciliteren van internationale samenwerking met name op het gebied van R&D en met name in Noordwest Europa

8.2 Nationale overheid

Binnen de Topsector Energie bestaat de mogelijkheid gebruik te maken van de nationale regelingen van het ministerie van Economische Zaken, zoals SDE+ Innovatiemiddelen, de DEI regeling en EZ Innovatiemiddelen. Ook de MIT regeling, specifiek voor het MKB is hier een belangrijk voorbeeld van. Daarnaast bestaat de mogelijkheid van het verwerven van TKI Toeslag op projecten waarbij samengewerkt wordt met kennisinstellingen. Het TKI Wind op Zee zet deze middelen in via opdrachten en tenders, in samenwerking met RVO. EZ-Innovatiemiddelen en de MIT regeling zullen vooral worden ingezet voor middellange termijn/ pre-competitieve ontwikkeling en onderzoek. Voor korte termijn ontwikkeling en demonstratie worden vooral SDE+ en DEI regelingen ingezet.

Het TKI-WoZ werkt ook samen met de overheid aan het ontwikkelen van test en demonstratiemogelijkheden op zee en faciliteert waar gewenst kennisvergaring en kennisuitwisseling t.b.v. beleidsoptimalisatie.

8.3 NWO

Het wetenschappelijke programma, zoals beschreven in Hoofdstuk 6, is in overleg met NWO opgesteld. Het TKI vraagt NWO om een deel van de financiering van dit programma op te nemen in

hun propositie 2016-2017. Het TKI geeft hierbij aan de voorkeur te hebben voor NWO programma's die openstaan voor meerdere disciplines, die mogelijk ook thema's t.b.v. andere energiebronnen omvatten. De financieringsbehoefte voor het wetenschappelijke programma is in de orde grootte van tientallen miljoenen, hetgeen hoger is dan de middelen die NWO hiervoor kan inzetten. Voor de overige behoefte aan publieke middelen wordt ingezet op financiering uit Europese programma's.

8.4 ECN

Onderzoek bij ECN speelt een belangrijke rol in het ontwikkelen en toepassen van kennis van offshore wind technologie en implementatie. De kennis en modellen van ECN inzake offshore wind zijn uniek in Nederland en Europa. Dit is o.a. de basis van het pre-competitieve onderzoek dat ECN in nauwe samenwerking met industrie uitvoert in langlopende projecten. Vanuit de visie van kostenreductie en een integrale benadering worden nieuwe ontwikkelingen ingezet en projecten ontwikkeld waarmee de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven wordt verbeterd. Deze kennis, over alle 5 TKI Wind op Zee programmalijnen, is van belang voor de integratie met aanverwante kennisgebieden en het ontwikkelen van demonstratiefaciliteiten.

Ook is de rol die ECN speelt in EERA en TP Wind van belang om de Nederlandse ambities en programma's te kunnen spiegelen aan de Europese R&D-agenda en optimaal gebruik te maken van de Europese onderzoeksprogramma's en gelden.

8.5 Universiteiten en hogescholen

Universiteiten dragen in ruime mate bij aan de uitvoering van de kennisagenda, door het uitvoeren van onderzoeksprojecten en door kennisoverdracht en onderwijs. In het bijzonder geldt dit voor TU Delft, TU Eindhoven, Universiteit Twente, Wageningen University en de Rijksuniversiteit Groningen.

MBO en HBO onderwijsinstellingen zijn veel minder vertegenwoordigd bij onderzoeksprojecten. Het TKI Wind op Zee werkt aan het betrekken van deze instellingen. Hiermee wordt ook invulling gegeven aan de doelstellingen van de Human Capital Agenda van de Topsector Energie.

8.6 Internationale samenwerking

Voor het TKI Wind op Zee is internationale samenwerking, met name in pre-competitieve samenwerkingsprojecten, van belang om :

1. doublures in onderzoek te voorkomen door afstemming van de programmering
2. het verhogen van de resultaten van de in onderzoek geïnvesteerde middelen
3. het versnellen van de resultaten
4. het verkrijgen van aanvullende financiering vanuit internationale (Europese) onderzoeks- en samenwerkingsprogramma's (zoals Horizon 2020 en Interreg)
5. samenwerking in offshore wind test- en demonstratieprojecten

Het TKI-WoZ werkt samen met de tegenhangers van het TKI Wind op Zee in het Verenigd Koninkrijk: ORE Catapult, onderdeel van de Britse topsector (Innovate UK – voorheen Technology Strategy Board), de Carbon Trust en the Crown Estate. In Duitsland zijn IWES / Fraunhofer, RAVE / Stiftung Offshore Wind Energie gesprekspartners en in Denemarken het DTU. Onlangs heeft het TKI samen met partners in Denemarken, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk de Seastar Alliance opgericht, gericht op industriële samenwerking in kostenreductie.

Zowel de onderzoeksinstellingen als de ondernemingen in de sector hebben sterke internationale relaties. Voor het academisch onderzoek neemt Nederland deel aan de European Academy of Wind Energy. Op het gebied van toegepast onderzoek wordt bijvoorbeeld samengewerkt in IEA-verband. Nederland zit in de European Energy Research Alliance (EERA), waarin b.v. onderzoek wordt geïnitieerd binnen H2020. Nederland is ook erg betrokken geweest in bijvoorbeeld de totstandkoming van de 'Strategic Research Agenda and Market Deployment Strategy', opgesteld door de European Technology Platform for Wind Energy (TPWind) van de European Wind Energy Association. Het TKI-WoZ zal de internationale samenwerking vooral verder stimuleren door het toegankelijk maken van participatie in internationale consortia voor nieuwe Nederlandse ondernemingen. Verder zet het TKI zich in voor het vereenvoudigen van de toegang tot Europese subsidies. Een voorbeeld hiervan is deelname van Nederland aan het ERANET project DemoWind, waarvoor aan een opvolger wordt gewerkt.

Het TKI-WoZ zet zich in voor deelname van Nederland aan de 'Offshore Wind Accelerator', een stimuleringsprogramma voor innovaties dat is geïnitieerd in het Verenigd Koninkrijk. Dit programma organiseert innovatietenders in samenwerking met de uiteindelijke gebruikers van de innovatieve technologie.

Op het gebied van (technische) monitoring van gerealiseerde projecten onderzoekt het TKI samenwerking binnen SPARTA, dat door Catapult wordt uitgerold in de UK en met Fraunhofer in DE. Dit model levert waardevolle data op waardoor windparken kunnen worden geoptimaliseerd.

Het TKI Wind op Zee ziet het belang van een brede Europese aanpak in offshore wind R&D en Innovatie. Het TKI-WoZ wil daarom de al sterke Europese samenwerking nog verder tot ontwikkeling brengen. Hiervoor is aansluiting bij de Europese programma's van belang. Dat vereist toegang tot de Europese organisaties en samenwerking in de programmering, mogelijk met ondersteuning vanuit het Ministerie van Economische Zaken. De inzet van EZ innovatiemiddelen en SDE+ innovatiemiddelen voor internationale programma's is een belangrijk onderwerp in het verwezenlijken van bovengenoemde voornemens.

Specifieke aansluiting bij het Horizon 2020 programma

In het Horizon 2020 programma zijn er voor het TKI Wind op Zee diverse mogelijkheden voor internationale samenwerking. In het onderdeel 'Societal Challenges' liggen de kansen vooral bij de uitdaging 'veilige, schone en efficiënte energie' en daarbinnen vooral in het programmaonderdeel 'Competitive low-carbon energy'. In de komende jaren wordt in dit programmaonderdeel speciaal aandacht besteed aan het verbeteren van het begrip van de fysica van wind als een primaire bron en van windenergie technologie, hetgeen aansluit bij de programmering van het lange termijn wetenschappelijk onderzoek voor wind op zee. Daarnaast zijn er binnen dit programmaonderdeel mogelijkheden voor de ontwikkeling van geavanceerde regeltechnieken voor grote wind turbines en windparken en voor het reduceren van de effecten op het milieu. Hiernaast biedt dit programmaonderdeel ondersteuning van demonstratie-activiteiten op het gebied van onderhoud, betrouwbaarheid en levensduur, alsmede op het gebied van wind turbines van meer dan 10 MW. Verder biedt deze uitdaging kansen voor het MKB in programmaonderdeel 'Stimulating the innovation potential of SMEs for a low carbon and efficient energy system', hoewel hier geen

speciale aandacht is voor wind op zee. Tenslotte worden onderzoek en voorbereidingen ondersteund voor het realiseren van een elektriciteitsnet op zee, waarbij efficiënte aansluiting en energietransport van windparken op zee expliciet als belangrijk aspect wordt benoemd.

Andere maatschappelijke uitdagingen uit het Horizon 2020 programma waarin mogelijkheden voor internationale samenwerking worden geboden voor wind op zee zijn 'slim, groen en geïntegreerd vervoer' en 'klimaat, milieu, hulpbronefficiëntie en grondstoffen'. Binnen de eerste uitdaging zijn vooral kansen voor de ontwikkeling van energiezuinigere en minder vervuilende schepen voor installatie en onderhoud, hetgeen het TKI Wind op Zee in samenwerking met het TKI water onderzoekt. De mogelijkheden voor onderzoek aan wind op zee binnen deze twee uitdagingen zijn minder specifiek en hangen af van de specificaties van de calls.

In het onderdeel 'Industrial Leadership' voorziet 'Access to Risk Finance' in garanties voor leningen voor grootschalige demonstraties om technologie van TRL 6 – 7 naar TRL 8 te brengen. Hiermee kunnen financiële risico's van demonstraties in het TKI Wind op Zee programma worden beperkt. Voor de mogelijkheden voor MKBs binnen het programmaonderdeel 'Innovation in SMEs' binnen 'Industrial Leadership' zal na publicatie van de calls worden onderzocht waar aansluiting met wind op zee bestaat.

Voor enkele ontwikkelingen van technologie voor wind op zee kunnen mogelijkheden bestaan binnen programmaonderdeel 'Fast track to innovation' van het onderdeel 'Cross-cutting issues'. Dit is echter een zeer competitief programmaonderdeel, met een lage slaagkans.

Het onderdeel 'Excellent Science' biedt diverse mogelijkheden om binnen het programma van het TKI Wind op Zee de internationale samenwerking aan fundamentele vraagstukken gestalte te geven. Bijvoorbeeld voor het programma-onderdeel 'Marie Skłodowska-Curie' zijn Nederlandse partijen betrokken bij diverse relevante 'Innovative Training Networks' en er zijn mogelijkheden om nieuwe netwerken te starten. Er zijn ook onderwerpen uit het programma van het TKI Wind op Zee die zich lenen voor het opstellen van een 'European Research Council'.

8.7 Publiek-private samenwerking

Aan publiek-private samenwerking wordt vooral invulling gegeven door de samenwerkingsprojecten binnen de regeling Nationale EZ-subsidies. Relevante onderzoeksorganisaties en kennisinstellingen in de sector zijn ECN, Deltares, MARIN en TNO, respectievelijk de TU Delft, TU Eindhoven, Universiteit Twente, Wageningen University en de Rijksuniversiteit Groningen. Zij hebben sterke banden met de ondernemingen uit de sector. Initiatieven voor samenwerkingsprojecten komen daarom zowel van onderzoeksorganisaties als van ondernemingen.

Bij PPS rondom innovaties (korte termijn) nemen ondernemingen vaak het initiatief. Het TKI-WoZ speelt hierbij vooral een rol door inzet van innovatiemakelaars en door matchmaking. Voor onderzoek aan gemeenschappelijke, industrie-brede issues stimuleert het TKI Joint Industry Projects (JIP). Deze beantwoorden de pre-competitieve vragen die op de middellange termijn spelen, waar niet één directe belanghebbende voor is aan te wijzen maar waar gezamenlijk doorbraken en

certificering bereikt kunnen worden. Ook kunnen in een JIP juist urgente problemen worden opgepakt, waar snel een industrie-breed antwoord op nodig is.

Bij de uitvoering van de wetenschappelijke agenda via de NWO-programmering wordt voor de private participatie vooral aangestuurd op commitment van ondernemingen. Vanwege het lange termijn karakter van dit onderzoek is slechts een beperkte financiële bijdrage van ondernemingen te bereiken. Deze beperkte bijdrage is echter van essentieel belang, omdat ondernemingen daardoor mede bepalen welk onderzoek prioriteit krijgt en doordat zij daardoor beter betrokken zijn bij de uitvoering van het onderzoek.

Bij activiteiten op de zeer korte termijn, die direct verband houden met de implementatie, is in het algemeen geen sprake van een PPS. Vaak zijn onderzoekinstellingen echter bij deze activiteiten betrokken door uitvoering van contractonderzoek. Door de grote omvang van implementatieprojecten van miljarden euro's per jaar worden hierbij echter ook grote investeringen in innovaties gedaan. De investeringen van ondernemingen in implementatieprojecten leveren ook voedingsbodem voor toekomstige PPS-en, bijvoorbeeld door monitoringprogramma's. Een deel van deze investeringen kan daarom worden beschouwd als verborgen private bijdrage aan de kennisontwikkeling.

8.8 Deelnemers

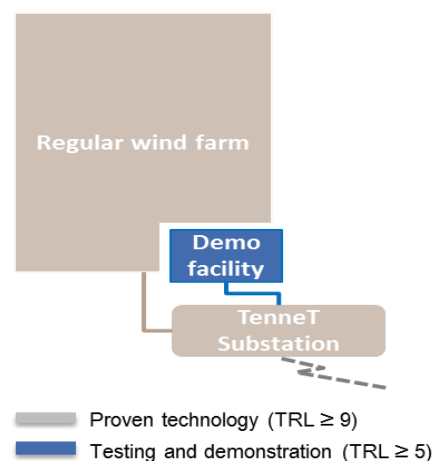
Na de brede steun voor de opzet van het TKI-WoZ in 2012 via een groot aantal Letters of Commitment worden momenteel de banden tussen sector en TKI-WoZ verder geformaliseerd. Deelnemers ontmoeten elkaar in kennisbijeenkomsten, krijgen korting bij conferenties van het TKI en hebben een aantal sectorvormende faciliteiten tot hun beschikking. In ruil daarvoor dragen zij een beperkte contributie en bij toekenning van subsidieprojecten een deel van hun projectomvang af. Met deze middelen co-financiert het TKI-WoZ haar bureau.

8.9 Test en demonstratie

De gelegenheid om innovaties te demonstreren is nodig om resultaten van R&D projecten te valoriseren, om concurrentie te bevorderen door nieuwe toetreders te faciliteren, om marktrijpe ontwikkelingen te bewijzen en certificeren, om systeeminnovaties voor de eerste keer uit te kunnen proberen, etc. Met de demonstratiesubsidies (bijv. Hernieuwbare Energie regeling en DEI) worden deze activiteiten ondersteund, zoveel mogelijk parallel aan bestaande ontwikkelingen en bouwprojecten

Om een juridische en financiële scheiding te behouden tussen reguliere ontwikkelingen van windparken en demonstratie zet het TKI-WoZ in op zogenaamde co-locatie.

Hierbij wordt een project van beperkte omvang apart vergund en apart aangesloten op het onderstation, zoals in onderstaande afbeelding is weergegeven.



9 Kennis- en Innovatiecontract 2016-2017

Het budget voor de Strategische Werkstromen is onder de noemer “niet-technische activiteiten” onderverdeeld over de 5 programmalijnen (het budget hiervoor is 800k€ per jaar). Er is in dit overzicht geen onderscheid gemaakt tussen de herkomst van de middelen. Het TKI Wind op Zee maakt zowel gebruik van SDE+ (±80%) als EZ Innovatiemiddelen (±20%) – zoals ook in de aanvraag voor 2015 is opgenomen. De geraamde budgetten van 23,8 M€ per jaar zijn in lijn met de aanvragen over de afgelopen jaren. De verwachting is dat door de toegenomen activiteiten in de offshore wind sector door o.a. het Energieakkoord, de vraag naar innovatiemiddelen verder zal toenemen, zoals blijkt uit de resultaten van de tenders van 2015.

Met het TO2 instituut is ECN bedoeld. Het TKI Wind op Zee stemt de programmering met ECN jaarlijks af.

Thema's	Maatschappelijke uitdaging	Topsector(en) waarmee wordt samengewerkt	Indicatieve inzet in C x1.000	Potentiële private partners	Departementen	NWO	KNAW-instituten	TNO	TO2 instituut	Universiteit Hogeschool	EU/ Regio	Totaal publiek
Ondersteuningsconstructies	Schone energie, circulaire economie	Topsector Water	4.000	industrie	6.580	1.000			525			8.105
Windturbine en windcentrale	Schone energie, circulaire economie		3.500	industrie	6.340	1.000			1.400			8.740
Intern elektrisch netwerk en aansluiting	Schone energie, circulaire economie		1.500	industrie	2.680	1.000			525			4.205
Transport, installatie en logistiek	Schone energie, circulaire economie	Topsector Water	2.500	industrie	4.540	1.000			525			6.065
Beheer en onderhoud	Schone energie, circulaire economie		2.000	industrie	3.660	1.000			525			5.185
Totaal			13.500	-	23.800	5.000	-	-	3.500	-	-	32.300

			2017		2017							
			Privaat: indicatieve inzet in C x1.000		Publiek: indicatieve inzet in C x1.000							
Thema's	Maatschappelijke uitdaging	Topsector(en) waarmee wordt samengewerkt	Indicatieve inzet in C x1.000	Potentiële private partners	Departementen	NWO	KNAW-instituten	TNO	TO2 instituut	Universiteit Hogeschool	EU/ Regio	Totaal publiek
Ondersteuningsconstructies	Schone energie, circulaire economie	Topsector Water	4.000	industrie	6.580	1.000			525			8.105
Windturbine en windcentrale	Schone energie, circulaire economie		5.000	industrie	6.340	1.000			1.400			8.740
Intern elektrisch netwerk en aansluiting	Schone energie, circulaire economie		2.000	industrie	2.680	1.000			525			4.205
Transport, installatie en logistiek	Schone energie, circulaire economie	Topsector Water	3.000	industrie	4.540	1.000			525			6.065
Beheer en onderhoud	Schone energie, circulaire economie		2.000	industrie	3.660	1.000			525			5.185
Totaal			16.000	-	23.800	5.000	-	-	3.500	-	-	32.300