

ARBEIDSBESPARENDE INNOVATIES IN DE OFFSHORE WINDSECTOR

ONDERZOEK NAAR DE GEVOLGEN VAN INNOVATIES OP DE
ARBEIDSVRAAG IN DE OFFSHORE WINDSECTOR

SECTORRAPPORT

seo • economisch onderzoek

AUTEURS

JUSTUS VAN KESTEREN & IRIS KLINKER
M.M.V. ARJAN HEYMA & BAS TER WEEL

IN OPDRACHT VAN

TOPSECTOR ENERGIE

AMSTERDAM, APRIL 2024

Samenvatting

Arbeidsbesparende innovaties verminderen personeelskrapte in de energietransitie. Het huidige innovatiebeleid richt zich echter beperkt op dergelijke innovaties, terwijl hier wel kansen liggen.

De beschikbaarheid van personeel is een belemmering in het realiseren van de energietransitie. De vraag naar personeel is simpelweg groter dan het op dit moment beschikbare aanbod. De krapte is ontstaan aan de vraagzijde door de uitbreiding van windenergie op zee als onderdeel van de energietransitie. Tegen 2030 wordt verwacht dat er 21 gigawatt aan offshore windparken operationeel zullen zijn, wat 16 procent van de Nederlandse energievoorziening en 75 procent van het huidige elektriciteitsverbruik zal dekken. Dit vereist een aanzienlijke groei in personeel voor productie, installatie en onderhoud van windmolens. Aan de aanbodzijde ontstaat krapte omdat er beperkt aanbod beschikbaar is vanuit technische opleidingen. Hoewel er veel vraag is naar technisch geschoolde arbeidskrachten in de offshore windsector, is de instroom in technische opleidingen beperkt. Bovendien is het verloop in de offshore windsector groot, omdat offshore-banen in de regel fysiek zwaar zijn en onregelmatige werktijden kennen.

Arbeidsbesparende innovaties bieden een oplossing voor arbeidsmarktkrapte in de energietransitie. Deze innovaties nemen werk(taken) van mensen uit handen, of zorgen voor een slimmere organisatie van werk rondom de beschikbare menskracht. Het gaat hier doorgaans over vormen van robotisering, automatisering en digitalisering. Een voorbeeld van een arbeidsbesparende innovatie in de energiesector is het gebruik van inspectiedrones voor de controle van windturbines. Hierdoor hoeven windtechnici niet langer zelf fysiek de oversteek te maken om windturbines te inspecteren. Ook wordt er in de offshore windsector steeds meer gebruikgemaakt van onbemande onderwatervoertuigen, die grotendeels autonoom werkzaamheden onder water kunnen uitvoeren die voorheen door duikers werden verricht. Door de ontwikkeling en implementatie van arbeidsbesparende innovaties kan de offshore windproductie met minder arbeidsinzet worden gerealiseerd.

Doel en aanpak

De Topsector Energie (TSE) wil bijdragen aan arbeidsbesparing met investeringen in innovaties. In samenwerking met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft de TSE een programma opgezet dat gericht is op het bevorderen van arbeidsbesparende innovaties. Het doel is onder andere om het subsidie-instrumentarium meer te richten op het bevorderen van arbeidsbesparende maatregelen. Daarvoor is eerst onderzoek nodig naar de gevolgen van (gesubsidieerde) innovaties op de arbeidsvraag in de energietransitie.

TSE heeft SEO Economisch Onderzoek (SEO) gevraagd onderzoek te doen naar arbeidsbesparende innovaties. Het onderzoek biedt inzicht in de mate waarin gesubsidieerde innovaties zorgen voor arbeidsbesparingen. Hierbij ligt in dit rapport de nadruk op innovaties die een bijdrage leveren aan de energietransitie in de offshore windsector. Verder ligt de nadruk op technologische innovaties. Andere innovaties, zoals het anders organiseren van het werk (o.a. sociale innovatie) vallen buiten de scope van dit onderzoek.

SEO gebruikt een combinatie van onderzoeksmethoden in dit onderzoek. Eerst zijn de ontwikkelingen op de arbeidsmarkt in kaart gebracht op basis van deskresearch, prognoses, interviews en analyses op basis van kwantitatieve registratiegegevens. Vervolgens is een online enquête uitgezet onder 1.289 innovatie-ontwikkelaars

die subsidie krijgen vanuit regelingen die vallen onder de TSE. De enquête biedt inzicht in de gevolgen van deze innovaties op de arbeidsvraag in de energietransitie. In totaal hebben 327 innovatie-ontwikkelaars de enquête volledig ingevuld (responspercentage van 25 procent), waarvan 26 innovatie-ontwikkelaars zich richten op de offshore windsector.

Resultaten

Bij innovatiesubsidies gericht op de energietransitie is arbeidsbesparing geen randvoorwaarde. De huidige gesubsidieerde innovaties lijken eerder de arbeidsvraag in de energietransitie te vergroten dan te verkleinen. Ongeveer 23 procent van de gesubsidieerde innovaties geeft aan arbeidsbesparingen te realiseren in het kader van de energietransitie. Voor de overige innovaties geldt dat ze de arbeidsvraag naar eigen verder aantwakkeren (35 procent) of weinig impact hebben op de arbeidsvraag (42 procent). Vrijwel alle gesubsidieerde innovaties verwachten vóór 2030 tot implementatie te komen. Na implementatie verwachten innovatieprojecten een groter beroep te moeten doen op theoretisch geschoolde arbeidskrachten als engineers en operators, waar nu al veel vraag naar is en waarbij de knelpunten naar verwachting groot blijven. Het huidige subsidie-instrumentarium bevordert dus slechts in beperkte mate arbeidsbesparende innovaties in de energietransitie.

Gesubsidieerde innovaties veranderen de vraag naar skills. Het ontwikkelen van windturbines op zee is complex. De materialen moeten bestand zijn tegen extreme weersomstandigheden en transport van grote windturbinecomponenten naar offshore-locaties is logistiek uitdagend, evenals het veilig installeren ervan in zee. Dit vergt skills als het goed kunnen plannen en organiseren van (logistieke) werkzaamheden en een probleemoplossend vermogen. Verder krijgen skills die werknemers in staat stellen om te werken met de nieuwe technologieën steeds meer gewicht, zoals kennis van techniek, specifieke software en het bezitten van data- en computervaardigheden. Daarentegen neemt het belang van uithoudingsvermogen af doordat het werk minder fysiek wordt door de technologische toepassingen.

Kansen zijn er wel degelijk. Vooral op het terrein van transport, installatie en onderhoud zijn er arbeidsbesparende innovaties in ontwikkeling die helpen bij het verminderen van de arbeidsinzet van vooral praktisch geschoolde arbeidskrachten. Een aantal voorbeelden betreffen:

- Er worden efficiëntere technieken ontwikkeld, zoals het gebruik van installatietechnieken die funderingspalen de grond in "draaien" in plaats van "hameren", wat geluid, trillingen en tijd bespaart. Ook worden innovatieve hijskranen ingezet als alternatief voor volledig nieuwe installatieschepen, wat arbeidsinzet in de scheepsbouw en bij turbine-installatie vermindert;
- Er worden inspectiedrones gebruikt voor visuele inspecties van windturbines, waardoor de noodzaak voor frequente fysieke inspecties en reparaties afneemt. Er worden zelfs drones ontwikkeld die autonoom werken, waardoor inspectiewerkzaamheden vrijwel volledig door drones kunnen worden uitgevoerd. Dit bespaart praktisch geschoolde arbeidskrachten, maar verhoogt wel de vraag naar data-analisten en databankspecialisten om inspectiedata te verwerken en conclusies te trekken;
- Verder worden autonome robots en voertuigen ingezet, zoals "boutdraairobots" die zelfstandig boutspanningen meten en aanpassen, evenals onbemande vaartuigen voor een minder arbeidsintensieve overstek naar windturbines;
- Tot slot zijn er technologieën zoals zelfherstellende coatings en slimme sensoren die onderhoudsbehoeften verminderen door kleine beschadigingen automatisch te herstellen en de prestaties van windturbines te monitoren, wat handmatige inspecties en optimalisatie van operationele efficiëntie vereenvoudigt.

Handelingsperspectieven

Innovatiebeleid kan bijdragen aan het verminderen van de arbeidsvraag in de energietransitie. De beschikbaarheid van personeel is op dit moment een vertragende factor in het realiseren van de energietransitie. De arbeidsmarkt kan zich op termijn wel aanpassen, maar de urgentie van de energietransitie legitimeert ingrijpen. Hierbij zijn echter geen 'quick fixes' mogelijk. Het is belangrijk om te erkennen dat innovaties niet direct de arbeidsmarktproblematiek oplossen, maar op lange termijn wel van belang zijn voor het behalen van klimaatdoelen in 2030 en 2050. Uit het onderzoek komen twee handelingsperspectieven naar voren:

1. **Neem arbeidsmarktgevolgen op als randvoorwaarde in het subsidie-instrumentarium**

De bestaande subsidieregelingen richten zich hoofdzakelijk op het ontwikkelen van nieuwe duurzame producten en technologieën. Het is niet aan te raden om arbeidsbesparing op te nemen als een harde voorwaarde voor het verkrijgen van deze subsidies. In de regel gaat de ontwikkeling en implementatie van nieuwe duurzame producten en technologieën samen met inefficiënties in het productieproces. Hierdoor zal een poging om met één subsidie zowel CO₂- als arbeidsbesparing te bereiken, er vermoedelijk voor zorgen dat beiden suboptimaal worden gerealiseerd. Wel is het aan te raden om als randvoorwaarde op te nemen dat subsidie-aanvragers inzichtelijk maken wat de gevolgen zijn van hun innovaties voor de arbeidsmarkt. Een middel hiervoor is om aanvragers te onderwerpen aan een 'arbeidsmarkttoets'. Dit kan bijvoorbeeld door aanvragers te stimuleren zwaar en gevaarlijk werk uit te sluiten, hen te laten aangeven hoe de innovatie de arbeidsvraag beïnvloedt op korte en lange termijn, en hoe ze omgaan met eventuele toekomstige knelpunten in de beschikbaarheid van personeel. Dergelijke informatie kan de overheid gebruiken om te bepalen waar verwachte knelpunten in de realisatie van de energietransitie gaan ontstaan en waar arbeidsbesparingen wenselijk zijn, om vervolgens gericht te sturen op het realiseren van deze arbeidsbesparingen;

2. **Ondersteun gericht arbeidsbesparende innovaties in de energietransitie**

Een nieuwe subsidieregeling vanuit de overheid kan helpen bij het stimuleren van arbeidsbesparende innovaties. Idealiter richt een dergelijke nieuwe subsidieregeling zich specifiek op de ontwikkeling van (i) schaalbare innovaties die (ii) zorgen voor een vermindering van de arbeidsvraag in de energietransitie (iii) binnen beroepsgroepen waarin toekomstige knelpunten te verwachten zijn. Hierbij is het van belang dat ontwikkelaars die kunnen onderbouwen dat ze op termijn arbeidsbesparingen opleveren, niet alleen op korte termijn toezeggingen ontvangen, maar ook financiële zekerheid hebben met betrekking tot subsidiëring op de lange termijn.

Tot slot is het van belang om randvoorwaarden te scheppen voor de totstandkoming van innovaties. Naast het innovatiebeleid zijn randvoorwaardelijke aspecten zoals rechtsorde, onderwijs, intellectuele eigendomsrechten, infrastructuur en mededingingsbeleid van cruciaal belang voor het tot stand komen van innovaties. Op dit moment zijn de randvoorwaarden niet optimaal. Innovatie-ontwikkelaars in de offshore windsector ervaren belemmeringen in de wet- en regelgeving en lange vergunningsprocedures. Innovatie-ontwikkelaars ervaren vertragingen door de tijd die het kost om nieuwe wet- en regelgeving op te stellen of aan te passen aan snel veranderende technologische ontwikkelingen. Dit kan bijvoorbeeld leiden tot lange wachttijden voor goedkeuringen, zoals bij het gebruik van inspectiedrones.

Inhoudsopgave

Samenvatting		1	
1	Inleiding en probleemstelling	1	
	1.1	Probleemstelling	2
	1.2	Onderzoeksaanpak	2
	1.3	Leeswijzer	3
2	Arbeidsvraag in de energietransitie	4	
	2.1	Structuur van de offshore windsector	4
	2.2	Arbeidsmarktkrapte in de offshore windsector	8
	2.3	Technologische ontwikkelingen	10
3	Conceptueel kader arbeidsbesparing door innovaties	12	
4	Arbeidsbesparing gesubsidieerde innovaties	15	
	4.1	Gevolgen innovaties op arbeidsvraag	15
	4.2	Arbeidsbesparende innovaties in ontwikkeling	18
	4.3	Verandering in belang skills door innovaties	20
5	Belemmeringen	21	
6	Mogelijkheden voor innovatiebeleid	24	
	6.1	De rol van de overheid bij innovaties	24
	6.2	Handelingsperspectieven voor innovatiebeleid	25
	6.3	Randvoorwaarden voor totstandkoming van innovaties	26
	6.4	Vervolgonderzoek	27
Referenties		28	
Bijlage A	Verdiepende informatie	29	
Bijlage B	Overzicht arbeidsbesparende innovaties offshore windsector	30	

1 Inleiding en probleemstelling

Dit rapport biedt inzicht in de gevolgen van (gesubsidieerde) innovaties op de arbeidsvraag in de energietransitie. De focus ligt op innovaties die partijen ontwikkelen in de offshore windsector.

De overgang naar hernieuwbare energiebronnen is cruciaal voor het beperken van de opwarming van de aarde. Het kabinet streeft naar een daling van 55 procent van de uitstoot van broeikasgassen in 2030 ten opzichte van 1990. Dit is al volop gaande: er worden grote windparken op zee gebouwd en burgers wekken hun eigen elektriciteit op met zonnepanelen. Met de daling van de uitstoot tot en met 2022 zijn we echter grofweg halverwege dit doel, terwijl de overgebleven tijd aanzienlijk is geslonken. Dat vraagt om een versnelling in het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen om de doelen te behalen.

De beschikbaarheid van personeel is een uitdaging om het doel van halvering van de uitstoot van broeikasgassen te behalen. Er zijn veel arbeidskrachten nodig, zoals elektriciens, installatie- en onderhoudsmonteurs, monteurs voor de (verzwaring van) elektriciteitsnetten en allerlei werknemers in de grond-, weg- en waterbouw om de energietransitie te realiseren. Uit onderzoek van TNO blijkt dat er ongeveer 39 tot 72 duizend banen bijkomen die uitvoering moeten geven aan het klimaatakkoord.¹ Een deel daarvan ontstaat in de offshore windsector. Rond 2030 moet ongeveer 21 gigawatt aan windparken op zee staan. Deze leveren dan 16 procent van alle energie in Nederland en 75 procent van het huidige elektriciteitsverbruik.

Het aanbod van specifieke vakmensen schiet al lange tijd tekort. Zo is het aanbod van vakmensen die helpen de energietransitie te bevorderen onvoldoende om de vervangingsvraag (door met name pensionering) en uitbreidingsvraag (door de aantrekkende economie, overheidsimpulsen en de energietransitie zelf) te compenseren. Over de hele linie van theoretisch en praktisch opgeleide professionals is daarom sprake van een forse mate van arbeidsmarktcrapte. Het jarenlange overheidsbeleid om het arbeidsaanbod in mensen en uren te vergroten is een groot succes, maar de rek lijkt er wel wat uit zeker waar het gaat om vakmensen.²

Het ligt daarom voor de hand om de pijlen ook te richten op een verlaging van de vraag naar arbeid. Oplossingen voor krapte liggen immers niet alleen in het vergroten en beter benutten van arbeid (meer aanbod van arbeid), maar ook in een verhoging van de arbeidsproductiviteit door een slimmere en efficiëntere inzet van bestaande arbeid (minder vraag naar arbeid of een hogere productie met dezelfde vraag). Zeker gezien de beperkingen in het verder stimuleren van het arbeidsaanbod, is de groei van de arbeidsproductiviteit van belang om de energietransitie te realiseren.

Arbeidsbesparende technologische innovaties worden vaak genoemd als oplossing voor krapte. Deze innovaties nemen een deel van het werk van mensen uit handen, of zorgen voor een slimmere organisatie van werk rondom de beschikbare menskracht. Dit omvat doorgaans vormen van robotisering, automatisering en digitalisering. Een voorbeeld van een arbeidsbesparende innovatie is het gebruik van inspectiedrones bij windturbines. Hierdoor hoeven windturbine-monteurs niet langer de oversteek te maken om windturbines te

¹ Het TNO-rapport is [hier](#) te vinden.

² Zie bijvoorbeeld het recente [SER-advies](#) over arbeidsmarktcrapte, waarin naast arbeidsaanbodbeleid ook nadrukkelijk wordt gewezen op de mogelijkheden om de vraagzijde te analyseren.

inspecteren, waardoor zij hun werk efficiënter kunnen uitvoeren. Bovendien wordt zo zwaar en gevaarlijk werk uitgevoerd door mensen voorkomen, waardoor zij langer inzetbaar blijven.

1.1 Probleemstelling

De Topsector Energie (TSE) wil met investeringen in innovaties bijdragen aan arbeidsbesparing. Het kabinet heeft met het Actieplan Groene en Digitale Banen al een eerste stap gezet in het verkleinen van de krapte op de arbeidsmarkt voor de klimaat- en energietransitie, onder andere via het vergroten van de instroom in technische opleidingen, het vergroten van de instroom vanuit de arbeidsmarkt, versterken van de governance en arbeidsproductiviteitsgroei. In het kader van het vergroten van de arbeidsproductiviteitsgroei heeft de TSE samen met het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) een programma opgezet dat zich richt op arbeidsbesparende innovaties. Het doel van dit programma is het realiseren van arbeidsbesparingen in de energietransitie, onder andere door het subsidie-instrumentarium meer te richten op het realiseren van arbeidsbesparingen in deze transitie. Een onderdeel van het programma betreft het in kaart brengen van de gevolgen van (gesubsidieerde) innovaties op de arbeidsvraag in de energietransitie.

Het doel van dit rapport is om inzichtelijk te maken in hoeverre door EZK gesubsidieerde innovaties zorgen voor arbeidsbesparingen. Hierbij ligt de focus op innovaties die een bijdrage leveren aan de energietransitie in de economische activiteiten gericht op de offshore windsector. Verder ligt de nadruk op technologische innovaties. Andere innovaties, zoals het anders organiseren van het werk (o.a. sociale innovatie) vallen buiten de scope van dit onderzoek. Dat geldt ook voor andere productiviteitsverhogende maatregelen, zoals het beter of anders opleiden van mensen.

De hoofdvraag is als volgt geformuleerd:

In hoeverre dragen technologische innovaties nu en in de toekomst bij aan netto arbeidsbesparing voor het realiseren van een duurzaam energiesysteem?

Bij de hoofdvraag is een aantal deelvragen geformuleerd die in dit onderzoek worden beantwoord (zie Tabel 1.1).

1.2 Onderzoeksaanpak

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen hebben we eerst een beeld geschetst van de arbeidsvraag en het arbeidsaanbod voor de offshore windsector. Er zijn weinig kwantitatieve databronnen beschikbaar over de arbeidsvraag en het arbeidsaanbod voor de offshore windsector. Daarom hebben we vooral geput uit deskresearch waarin literatuur, beleidsonderzoek, sectorstudies en ambtelijke documentatie zijn betrokken. Ook hebben we interviews afgenomen met wetenschappers en werkgevers in de offshore windsector. Op basis hiervan schetsen we een beeld van de arbeidsmarkt voor de offshore windsector.

Tabel 1.1 Onderzoeksvragen en beantwoording

Onderzoeksvragen	Beantwoording
Wat is nu de stand van zaken met betrekking tot de arbeidsvraag, het -aanbod en het tekort? En in 2028?	Hoofdstuk 2
Welke verschuivingen vinden er plaats die van invloed zijn op de beschikbare arbeidscapaciteit in de energietransitie?	Hoofdstuk 2
Welke arbeidsbesparende innovaties zijn in ontwikkeling?	Hoofdstuk 4
Welke arbeidsbesparing kan worden gerealiseerd?	Hoofdstuk 4
Welke skills zijn er meer of juist minder nodig voor het ontwikkelen van de innovaties?	Hoofdstuk 4
Welke belemmeringen zijn er, naast de beschikbare arbeidscapaciteit, bij het uitrollen van deze innovaties en hoe kunnen deze worden weggenomen?	Hoofdstuk 5

Vervolgens hebben we een online enquête uitgezet onder gesubsidieerde innovatie-ontwikkelaars. We hebben alle innovatie-ontwikkelaars benaderd die subsidies hebben ontvangen vanuit regelingen die vallen onder de Topsector Energie, zoals de MOOI-regeling, DEI-regeling, HER-regeling en de VEKI-regeling (zie Box A.1 voor een toelichting). In totaal hebben we 1.289 innovatie-ontwikkelaars aangeschreven. Van deze groep hebben 327 innovatie-ontwikkelaars de enquête ingevuld (responspercentage 25 procent), waarvan 26 innovatie-ontwikkelaars zich specifiek richten op de offshore windsector. Het veldwerk vond plaats tussen oktober en december 2023. De enquêteresultaten bieden inzicht in de gevolgen van innovaties op de arbeidsvraag uitgedrukt in termen van beroepen, werktaken en vaardigheden.

1.3 Leeswijzer

De structuur van dit rapport is als volgt. Hoofdstuk 2 biedt een overzicht van de arbeidsmarkt voor de offshore windsector. Hierbij besteden we aandacht aan de structuur van de sector, de benodigde arbeidskrachten, technologische ontwikkelingen en arbeidsmarktprognoses. In Hoofdstuk 3 presenteren we een conceptueel kader dat dieper inzicht verschaft in hoe innovaties kunnen bijdragen aan veranderingen in de arbeidsvraag. Hoofdstuk 4 geeft vervolgens inzicht in de verwachte impact van gesubsidieerde innovaties op de arbeidsvraag binnen de energietransitie, waarna het hoofdstuk dieper ingaat op de arbeidsbesparende innovaties. Hoofdstuk 5 geeft een beeld van de belemmeringen die innovatie-ontwikkelaars ervaren in het ontwikkelen of implementeren van hun innovaties. Tot slot sluit Hoofdstuk 6 af met handelingsperspectieven voor de overheid.

2 Arbeidsvraag in de energietransitie

Mede door de energietransitie en forse ambities blijft de komende jaren de krapte in de offshore windsector groot. Qua beroepen is er met name aandacht nodig voor krapte onder engineers en constructiemedewerkers.

2.1 Structuur van de offshore windsector

De offshore windsector houdt zich bezig met het opwekken van elektriciteit door middel van windturbines die in zee zijn geplaatst. Deze windturbines worden op platforms of funderingen in het water geïnstalleerd, vaak op aanzienlijke afstand van de kust. Offshore windenergie wordt beschouwd als een belangrijke bron van hernieuwbare energie en speelt een steeds grotere rol in de wereldwijde energiemix vanwege de grote beschikbaarheid van wind op zee en de hogere opbrengst in vergelijking met wind op land.

De sector omvat alle aspecten van de levenscyclus van offshore windprojecten, waaronder planning, ontwerp, bouw, exploitatie en onderhoud van windparken op zee (zie Figuur 2.1). Van de in 2017 6.400 fte aan werkgelegenheid, bevindt het grootste deel zich in de deelsector Transport en installatie (42 procent), gevolgd door Productie (40 procent) en Ontwerp en ontwikkeling (16 procent). Slechts een klein deel (3 procent) is werkzaam binnen de deelsector Operatie en onderhoud (PWC, 2018).

Figuur 2.1 De productiefase van offshore windprojecten



Bron: PWC (2018), bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

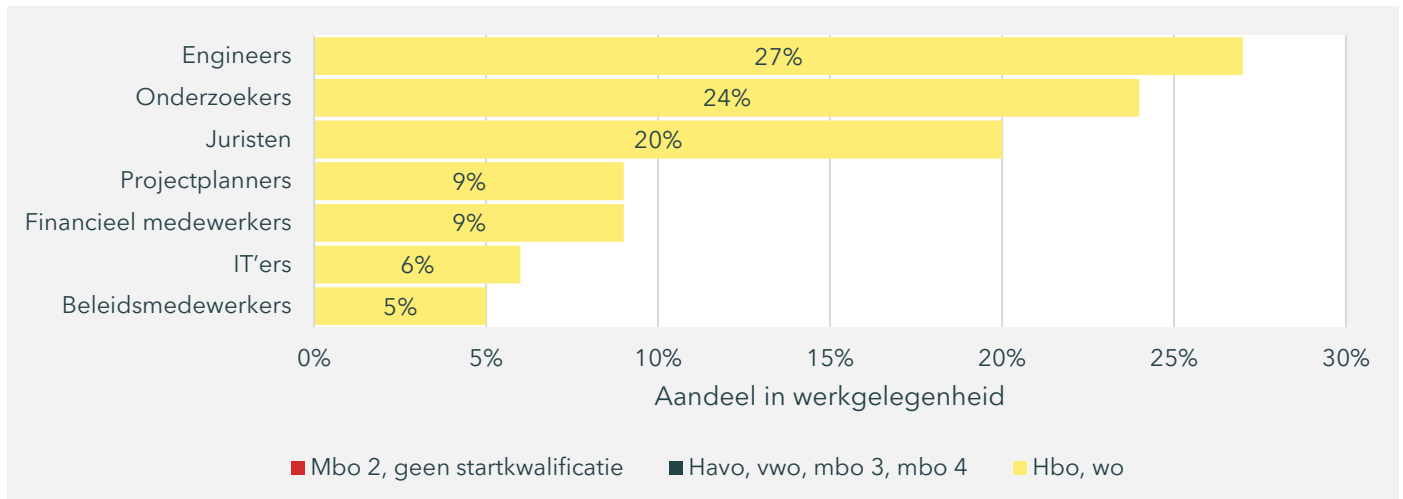
Ontwerp en ontwikkeling

In de ontwerp- en ontwikkelfase worden studies en onderzoeken uitgevoerd, waaronder bodemonderzoek, geologisch onderzoek en milieu-impactstudies om de geschiktheid van een locatie voor een windpark te onderzoeken en milieueffecten te minimaliseren. Daarnaast houden werknemers zich bezig met 1) het ontwerpen van het offshore windpark, 2) het ontwikkelen van een plan voor de logistiek en installatie van het windpark, 3) projectmanagement, 4) het verkrijgen van financiële middelen en 5) het aangaan van contracten met leveranciers en onderaannemers voor de levering van materialen en diensten (PWC, 2018). De activiteiten zijn arbeidsintensief en worden voornamelijk in Nederland uitgevoerd. Slechts een klein deel (5 procent) van de investeringen vindt in het buitenland plaats (Koning & Van Dril, 2016; Knol & Baken, 2018).

In deze fase is er veel vraag naar softwaredeskundigen, modellers, natuurkundigen, scheikundigen, werktuigbouwkundigen, consultants en planologen (Koning & Van Dril, 2016; Knol & Baken, 2018). Zij houden zich bezig met milieu- en omgevingsonderzoek, ontwikkelingsdiensten, projectmanagement en locatieonderzoeken

(Knol & Baken, 2018). Deze werkzaamheden vereisen vaardigheden als innovatiebedrevenheid en onderzoeks- en consultancyvaardigheden (CE Delft, 2022). De meerderheid van het personeel is hoger opgeleid, omdat het werk een hoge deskundigheid vereist (Koning & Van Dril, 2016).

Figuur 2.2 Onderzoek en ontwikkeling vergt vooral hooggeschoolde engineers, onderzoekers en juristen



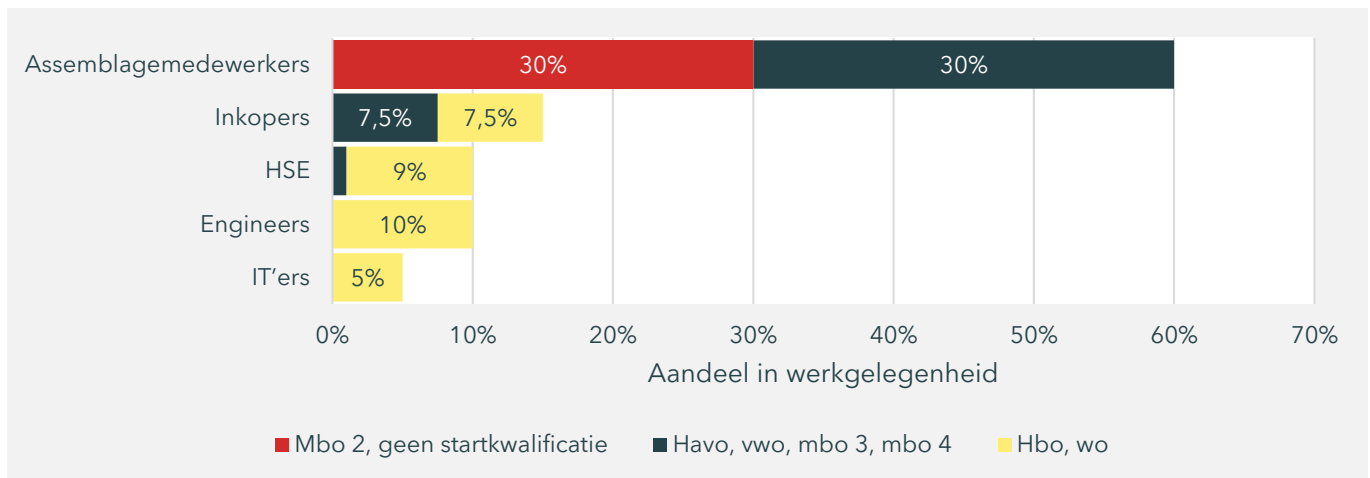
Bron: CE Delft (2022), bewerking SEO Economisch Onderzoek, 2024

Productie

De productie van de windturbines, funderingspalen en kabels is kapitaalintensief (Knol & Coolen, 2019). Deze productiewerkzaamheden vinden voornamelijk plaats in het buitenland (82-90 procent) en brengen veel kosten met zich mee. Het grootste deel van de totale investeringskosten (45 procent) gaat naar de windturbine, inclusief fundering en bladen. De kabels en transformatoren beslaan 14 procent van de investeringskosten en de monopile 15 procent (CE Delft, 2022).

In deze fase is vooral veel vraag naar beroepen als (computergestuurde) machinisten/fabrieksarbeiders, monteurs, lassers, kwaliteitscontrole-inspecteurs, ingenieurs, planners, contractingenieurs en industriële productiemangers (Straatmeijer & Koning, 2015; Hamilton & Liming, 2010; Knol & Coolen, 2019). Daarnaast zijn er windturbinebouwkundigen werkzaam die bovenstaande beroepen coördineren en ondersteunen (Hamilton & Liming, 2010). Het productiewerk wordt voornamelijk uitgevoerd door personeel op mbo-niveau. Coördinatie en gegevensanalyse worden daarentegen verricht door hbo-geschoold personeel, zoals ingenieurs of planners, maar dit betreft een minderheid van het personeelsbestand (Koning & Van Dril, 2016; Straatmeijer & Koning, 2015). In totaal is meer dan 60 procent van de werknemers in de productie mbo-geschoold (Ottens, 2016).

Figuur 2.3 Productie vergt voornamelijk mbo-geschoolde assemblagemedewerkers en mbo- en ho-geschoolde inkopers



Bron: CE Delft (2022), bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Transport en Installatie

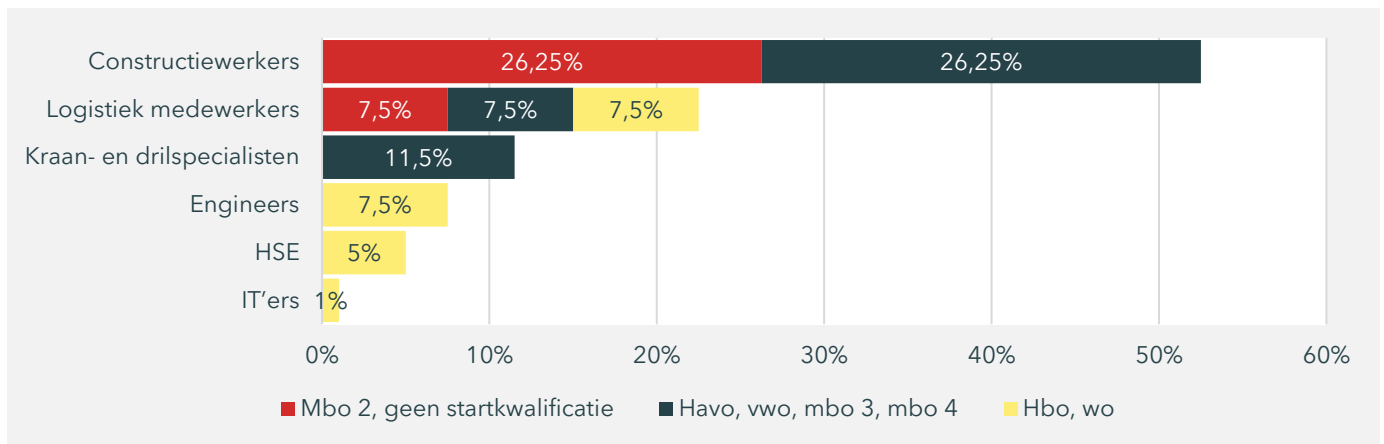
De transport- en installatiewerkzaamheden vinden grotendeels op zee en in de haven plaats. De funderingen, turbines, substations en bekabeling worden naar zee getransporteerd en geïnstalleerd. Dit werk wordt voornamelijk binnen Nederland uitgevoerd (70-85 procent).

Het transport van de windturbine-onderdelen en de installatie ervan is een lastige logistieke operatie, vanwege de omvang en waarde van de onderdelen. Beroepen die hierbij betrokken zijn, zijn onder meer coördinatiespecialisten en logistieke professionals die het transport plannen en distributienetwerken aanleggen en coördineren (Hamilton & Liming, 2010; Koning & Van Dril, 2016). Daarnaast spelen matrozen/bootmannen, kraanspecialisten en -operators, vijzelingenieurs en kapiteins een grote rol bij het vervoeren van de onderdelen over land en zee (Knol & Baken, 2018; Knol & Coolen, 2019).

Bij de installatie van de windparken zijn onder meer constructiewerkers als elektrotechnici, kabelspecialisten, lassers, booroperators, kwaliteitsinspecteurs en bouwkundigen betrokken (Ottens, 2016; Knol & Coolen, 2019). Deze constructiewerkers worden aangestuurd door hbo-geschoolde technisch werktuigbouwkundigen, ingenieurs en maritieme bouwkundigen (Ligtvoet et al., 2016; Hamilton & Liming, 2010). Daarnaast zijn er kraan- en drilspecialisten werkzaam. De meeste uren in de installatiefase worden besteed door de constructiewerkers, zo'n 75 procent. De engineers hebben een aandeel van ongeveer 7,5 procent en de kraan- en drilspecialisten een aandeel van 11,5 procent (CE Delft, 2022).

In vergelijking met wind op land zijn er in de offshore windsector relatief veel hoger opgeleiden nodig voor het transport en de installatie van windturbines (Knol & Baken, 2018). De officieren op zee die zich bezig houden met de logistiek dienen allemaal te beschikken over een hoog opleidingsniveau (Koning & Van Dril, 2016). Ook bouwkundigen die toezicht houden op de installatie en projectmanagers hebben doorgaans een opleidingsniveau van hbo of hoger (Hamilton & Liming, 2010). Daarentegen is meer dan de helft van het installatiepersoneel mbo-opgeleid (Ottens, 2016).

Figuur 2.4 Transport en installatie vergt voornamelijk mbo-geschoolde constructiewerkers en logistiek medewerkers

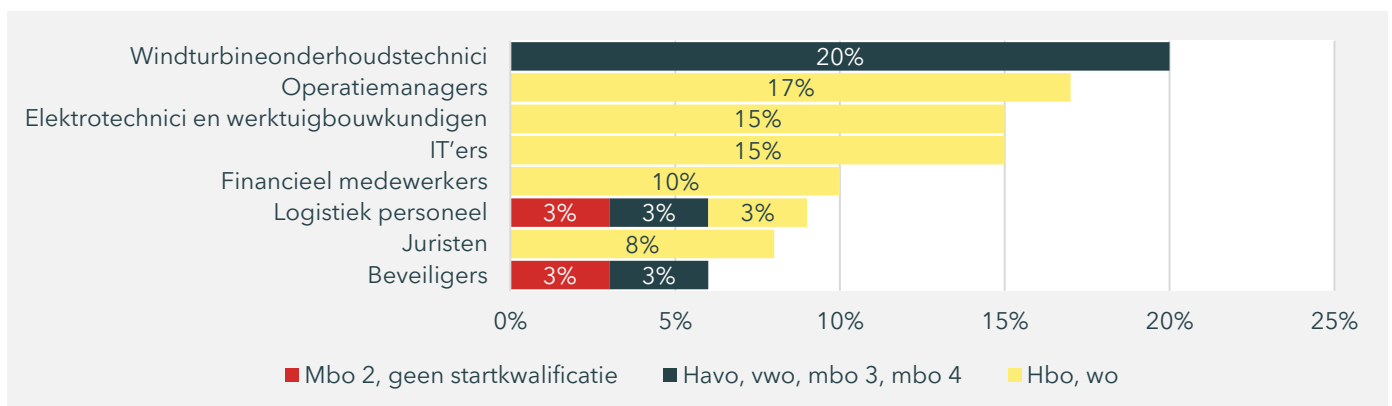


Bron: CE Delft (2022), bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Operatie en onderhoud

De operationele en onderhoudswerkzaamheden vinden ook grotendeels op zee plaats. Deze werkzaamheden bevatten de dagelijkse operatie en het geplande en ongeplande onderhoud, wat voornamelijk binnen Nederland wordt uitgevoerd (70-85 procent). Ook worden de windturbines voortdurend gemonitord om zicht te houden op de prestaties en de conditie van de turbines (PWC 2018). Er is steeds meer onderhoud nodig aan windturbines, doordat het totaalvermogen van windenergie in Nederland toeneemt (Knol & Coolen, 2019). In tegenstelling tot de aanleg van windparken, die op projectbasis plaatsvindt, zorgen operationele en onderhoudswerkzaamheden voor structurele werkgelegenheid (PWC, 2018).

Figuur 2.5 Operatie en onderhoud vergt voornamelijk onderhoudstechnici en operatiemanagers



Bron: CE Delft (2022), bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

In de operatie en het onderhoud zijn onder anderen data-analisten werkzaam. Zij houden op afstand in de gaten waar en wanneer onderdelen niet meer werken, op basis van geplaatste sensoren op de windmolens. Daarnaast houden ze de data-instream van windparken in de gaten en voeren ze kwaliteitscontroles uit. De data-analisten dienen minstens een hbo-diploma te hebben (Knol & Coolen, 2019). Als er onderhoud nodig is, worden er gespecialiseerde installatiemonteurs naar de windparken gestuurd, waarvan de meesten mbo-geschoold zijn

(Ottens, 2016). Zij voeren onder andere inspectie-, operatie- en onderhoudswerkzaamheden uit en vervangen versleten onderdelen (Knol & Baken, 2018; Knol & Coolen, 2019).

2.2 Arbeidsmarktkrapte in de offshore windsector

Er is sprake van arbeidsmarktkrapte in de offshore windsector. De beperkte beschikbaarheid van gekwalificeerd personeel, dat in de toekomst nog schaarser wordt, vormt één van de zwaktes van de Nederlandse windsector. Er is met name een tekort aan technisch opgeleid personeel en dit tekort bevindt zich op alle niveaus (PWC, 2018). Zo laat Tabel 2.1 zien dat belangrijke beroepen in de offshore windsector, zoals constructiewerkers en engineers, tegelijkertijd beroepen zijn waarin veel knelpunten te verwachten zijn tot 2028. Daarom geldt specifiek voor deze beroepen dat er grote risico's zijn in de personeelsvoorziening voor de komende jaren. Vraag en aanbod lijken tot 2028 beter in balans voor andere beroepen, zoals IT'ers, inkopers en financieel medewerkers (zie Tabel 2.1). Overigens valt niet uit te sluiten dat er in de komende jaren ook nieuwe beroepsgroepen ontstaan, waar we nu nog geen zicht op hebben, maar die ook kunnen zorgen voor knelpunten in de personeelsvoorziening.

Tabel 2.1 In de offshore windsector zijn voornamelijk grote knelpunten te verwachten bij constructiemedewerkers, engineers en logistiek medewerkers

	Geschat sectoraandeel	ITKB	Knelpunten tot 2028
Assemblagemedewerkers	24%	0,894	Enige
Constructiemedewerkers	22%	0,882	Groot
Engineers	11%	0,837	Groot
Logistiek medewerkers	10%	0,873	Groot
Inkopers	6%	0,915	Vrijwel geen
IT'ers	4%	0,912	Vrijwel geen
Juristen	3%	0,836	Groot
Financieel medewerkers	2%	0,894	Enige
Elektrotechnici	0,5%	0,883	Groot

Bron: PWC (2018), bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Noot: Het geschatte sectoraandeel wordt verkregen door de totale werkgelegenheid in de offshore Wind (PWC, 2018) te combineren met de verdeling naar beroepen van CE Delft (2022). Het betreft primair een inschatting van het Nederlandse sectoraandeel, al hoewel niet helemaal duidelijk is in hoeverre er ook buitenlandse banen zijn opgenomen in beide studies. De knelpunten in de periode 2023-2028 zijn bepaald op basis van de ITKB-indicator van ROA (2023). Naarmate de waarde lager ligt, zijn de verwachte knelpunten in Nederland groter. De waarde ligt tussen de 0 en 1 en reflecteert de verwachte spanning op basis van een raming van de ontwikkeling in arbeidsvraag naar, en arbeidsaanbod binnen, de beroepsgroep.

De krapte ontstaat aan de vraagkant doordat er een uitbreidingsvraag is in het kader van de energietransitie.

In zowel het Klimaatakkoord van 2019 als het regeerakkoord van 2021 is overeengekomen meer te gaan investeren in windenergie op zee. Tegen 2030 wordt verwacht dat er voor ongeveer 21 GW aan offshore windparken operationeel zullen zijn, waarmee ze 16 procent van de totale energievoorziening in Nederland en 75 procent van het huidige elektriciteitsverbruik zullen leveren.³ Ter vergelijking: in 2023 was het doel om 4,5 GW aan windenergie

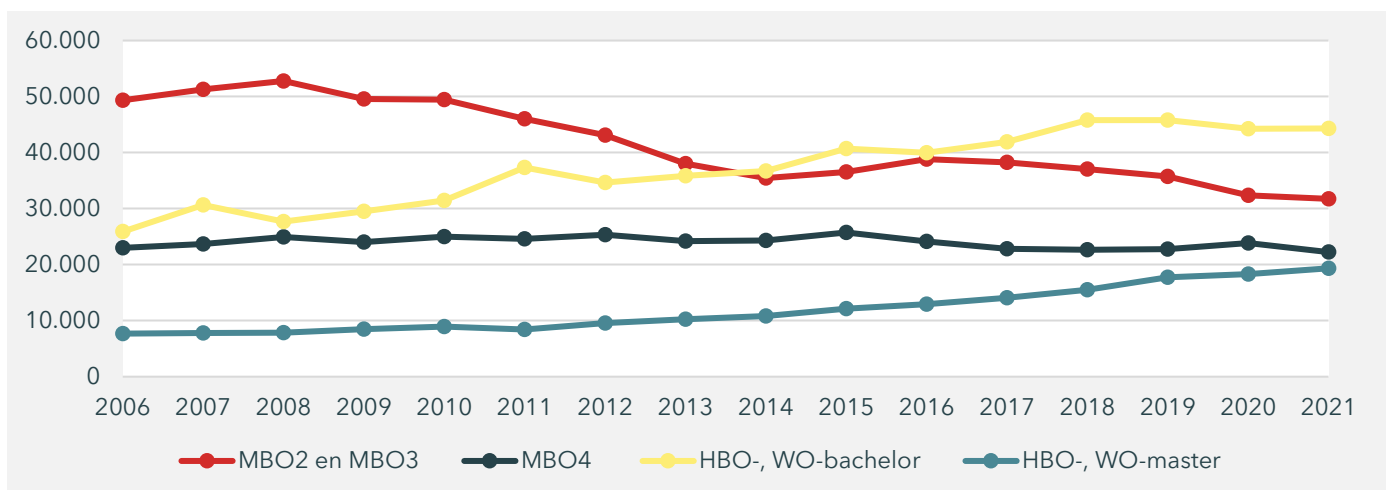
³ [Windenergie op zee | Duurzame energie | Rijksoverheid.nl](#)

op zee te halen. Voor de periode ná 2030 zijn er twee eindbeelden opgesteld op basis van verschillende scenario's. In het eerste eindbeeld is Nederland in 2050 niet zelfvoorzienend wat betreft energie en afhankelijk van import van duurzame energie. Hiervoor is een totale capaciteit van 38 GW aan windenergie op zee nodig. In het tweede eindbeeld is er in 2050 een totale capaciteit van 72 GW aan windenergie op zee, waardoor Nederland grotendeels zelfvoorzienend is.⁴

Om aan deze uitbreidingsvraag te voldoen, is er een forse groei in personeel nodig voor de productie, installatie en het onderhoud van de windmolens. Knol en Coolen (2022) schatten in dat er alleen voor operatie en onderhoud in 2030 1,2 duizend voltijdequivalenten (fte) nodig zijn, met een verwachte stijging tot 3 duizend fte tegen 2050. Naast de groei in werkgelegenheid voor operatie en onderhoud, zal er in de gehele periode 2023-2030 62 duizend fte nodig zijn voor de bouw van offshore windparken. Dit komt neer op een gemiddelde toename van werkgelegenheid van bijna 8,9 duizend fte per jaar. Voor de periode 2030-2050 zal er naar schatting 163 duizend fte nodig zijn om een vermogen van 70 GW aan offshore wind op de Nederlandse Noordzee te realiseren. Dit is omgerekend zo'n 8,2 duizend fte per jaar aan extra werkgelegenheid. Ook zullen er extra banen ontstaan op andere terreinen, zoals bijvoorbeeld op het gebied van onderzoek en ontwikkeling.

Arbeidsmarktkrapte ontstaat aan de aanbodkant omdat er beperkt aanbod beschikbaar is vanuit opleidingen. Zoals ook uit Paragraaf 2.1 blijkt, bestaat een groot deel van de werkgelegenheid in de offshore windsector uit werkenden met een technische opleiding. De instroom in technische opleidingen is echter beperkt (zie Figuur 2.6). Daarnaast geldt dat mensen die wel een technische opleiding hebben gevolgd en in principe geschikt zijn om een baan in een (energie)technische richting te verwerven, daar toch vaak niet voor kiezen (zie ook Heyma, Van Kesteren, Bakens, & Gerards, 2022 en SER, 2018). Vooral op mbo-niveau is een daling zichtbaar in de instroom in technische opleidingen. Dat suggereert dat er de komende jaren minder aanbod van mbo-afgestudeerden uit technische opleidingen beschikbaar komt, terwijl naar hen in de offshore windsector veel vraag is.

Figuur 2.6 Aantal onderwijsinschrijvingen stijgt in hogere technische opleidingen en daalt in middelbare technische opleidingen



Bron: CBS Microdata, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Noot: Voor de periode 2006-2021 zijn alle nieuwe inschrijvingen in technische opleidingen weergegeven. Het jaartal geeft het startjaar van de nieuwe inschrijving weer. Technische opleidingen zijn afgebakend conform het Techniekpact.

⁴ [Wind op zee na 2030 - Wind op zee](#)

Tot slot is het verloop in de offshore windsector relatief hoog. Een extra complicerende factor in het aantrekken en behouden van medewerkers voor offshore-banen zijn de fysieke werkzaamheden en onregelmatige werktijden. Daarom ligt vooral bij offshore-werkzaamheden het verloop hoger dan in andere sectoren. Gemiddeld verlaten offshore technici de sector weer na 4 tot 10 jaar. De verwachting is dat verloop een groter probleem wordt naarmate er meer offshore-werkzaamheden uitgevoerd moeten worden. In de komende jaren zijn de plannen om windparken steeds verder van de kust te bouwen en om de omvang van de windparken op te schalen. Hierdoor zal er meer vraag komen naar offshore-banen, waarbij het verloop in de regel groot is.

2.3 Technologische ontwikkelingen

De implementatie van arbeidsbesparende technologieën kan beroepen productiever maken en daarmee de arbeidsvraag dempen. Deze technologieën zorgen er immers voor dat werkgevers eenzelfde hoeveelheid werk kunnen uitvoeren met minder arbeidsinzet. Nieuw ontwikkelde technologieën worden in toenemende mate in de offshore windsector toegepast. Veel van deze technologieën vergemakkelijken taken van werknemers of nemen deze zelfs volledig over. Hierdoor kunnen ze deels een oplossing vormen voor de arbeidsmarktcrachten binnen de offshore windsector

Een belangrijke technologische toepassing binnen de offshore windsector is het gebruik van Remotely Operated Vehicles (ROV's). Een ROV is een onbemand onderwatervoertuig dat vanaf een schip of platform wordt bediend door middel van kabels. ROV's kunnen veel taken uitvoeren die normaal gesproken door duikers worden gedaan. In de offshore windsector worden ze voornamelijk ingezet voor het controleren en inspecteren van turbineonderdelen die zich in het water bevinden. Een recente ontwikkeling is de opkomst van Unmanned Surface Vehicles (USV's) in combinatie met elektrische op afstand bestuurbare voertuigen, oftewel eROV's. Met deze USV-eROV-platforms kunnen operaties vanaf het vaste land worden uitgevoerd, waardoor er minder personeel op zee nodig is. Dit draagt bij aan een veiligere werkomgeving. Hoewel de technologie nog niet op grote schaal wordt toegepast, heeft het veel potentie om de operaties op zee veiliger en efficiënter te maken (OWIH, 2021).

Ook het gebruik van Autonomous Underwater Vehicles (AUV's) is een opkomende technologie in de offshore windsector. AUV's zijn autonome onderwater voertuigen die ontworpen zijn om zelfstandig taken uit te voeren zonder directe menselijke controle. Ze kunnen bijvoorbeeld worden ingezet voor onderzoek naar de bodem en diepte van de zee. Voorheen kostte zo'n onderzoek met alleen een traditioneel onderzoeksvaartuig 1,5 week, maar met behulp van AUV's kan het nu in slechts één dag worden voltooid. Terwijl de AUV bezig is met het onderzoek, kan het ondersteunende vaartuig in de tussentijd andere operaties uitvoeren. Momenteel worden AUV's nog steeds verder ontwikkeld, waarbij onderzoek wordt gedaan naar de verschillende manieren waarop ze kunnen worden ingezet. Uiteindelijk zullen deze onderwaterrobots voor langere periodes worden ingezet op offshore locaties, waardoor inspectie- en reparatiewerkzaamheden op elk gewenst moment kunnen worden uitgevoerd (OWIH, 2021).

Ook Unmanned Aerial Systems (UAS's), zoals drones, gaan in de offshore windsector een steeds grotere rol spelen. UAS omvat alle soorten onbemande luchtvaartuigen die worden bediend zonder directe menselijke aanwezigheid aan boord. UAS's worden in de offshore windsector steeds vaker toegepast voor het uitvoeren van visuele inspecties. Voorheen vereiste het inspecteren van windturbinebladen een team van technici, dat er gemiddeld twee weken over deed om een gemiddeld windmolenpark te inspecteren. Met behulp van UAV-inspecties is het proces echter aanzienlijk efficiënter geworden, waarbij de inspectietijd is teruggebracht tot

ongeveer één week. Bovendien is niet langer een heel team van technici nodig voor de inspectie, maar slechts één piloot en één ondersteunende technicus. Sommige AUV's zijn zelfs in staat om autonoom op te stijgen en te landen, en geautomatiseerde bladinspecties uit te voeren, waardoor de inspectietijd verder wordt verkort tot één dag voor een volledig windmolenpark (OWIH, 2021).

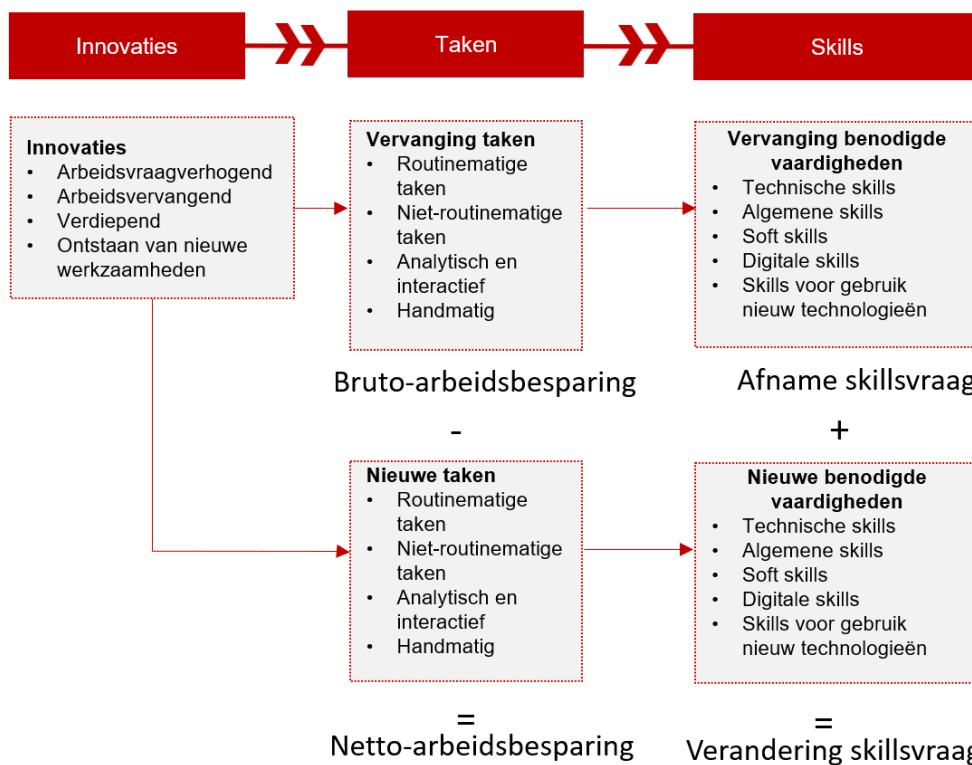
In de toekomst kunnen bovenstaande technologieën gedurende een langere periode op de offshore locatie worden ingezet. Dit wordt resident systems genoemd. Door deze aanpak zullen de periodes waarin operaties kunnen plaatsvinden worden uitgebreid, omdat de platforms op locatie gereed zijn om te werken zodra de weersomstandigheden gunstig zijn. Bovendien zal het de kosten en CO₂-uitstoot van het transport aanzienlijk verminderen, omdat personeel alleen nodig is voor operaties die te complex zijn voor de robots, of wanneer er menselijke handelingen nodig zijn om de robots te besturen. Ook draagt het bij aan de veiligheid van het personeel, omdat zij vaker veilig op het vasteland kunnen blijven. Met behulp van Artificiële Intelligentie (AI) kan de planning van onderhoud en reparaties worden geoptimaliseerd, waardoor turbines minder vaak stil hoeven te staan (OWIH, 2021).

3 Conceptueel kader arbeidsbesparing door innovaties

Technologie kan arbeid binnen bepaalde beroepen productiever maken, vervangen of zelfs overbodig maken, maar zorgt er tegelijkertijd voor dat nieuwe werktaken en andere beroepen in belang toenemen. Dit zorgt er ook voor dat de werktaken en benodigde skills en expertises voor beroepen veranderen.

We hebben een conceptueel kader opgebouwd om meer grip te krijgen op de wijze waarop technologie de arbeidsvraag verandert. De pijlen tussen de onderdelen geven aan hoe de onderdelen met elkaar zijn verbonden, en wat de oorzaak-gevolgrelaties zijn (zie Figuur 3.1). Het conceptueel kader vormt de basis voor het empirische onderzoek, waarin we de gevolgen van innovaties op banen, werktaken en skills meten.

Figuur 3.1 Conceptueel kader van het beoogde onderzoek



Technologie en innovatie beïnvloeden de vraag naar arbeid in de energietransitie op vier manieren. De eerste is dat het bestaande arbeid productiever maakt, doordat "mens en machine" beter gaan samenwerken (zie Tabel 3.2).⁵ Hierdoor gaat de vraag naar arbeid (of naar bepaalde types van arbeid) omhoog, omdat de producten en

⁵ Er is veel discussie over de effecten van nieuwe technologie op de vraag naar arbeid. Het gaat hierbij over robotisering, het toepassen van kunstmatige intelligentie en over grote transitie in het algemeen, zoals de energietransitie. In deze discussies is het vaak onduidelijk wat het effect van de technologie nu precies is op de vraag naar arbeid. [Ter Weel \(2018\)](#) zet de effecten op een rij. De indeling die we hier maken is gebaseerd op deze classificatie op basis van de wetenschappelijke literatuur.

diensten goedkoper en beter worden. De tweede manier is door het vervangen van arbeid. Innovaties leiden in dit geval tot nieuwe toepassingen die de inzet van mensen overbodig maakt, zoals door robotisering of het overnemen van gevaarlijk, saai/repeterend en zwaar werk (in fabrieken) etc. De derde manier waarop innovaties de vraag naar arbeid veranderen is door verbetering van de technologie, waardoor taken die “machines” al verrichten nog efficiënter worden uitgevoerd. Hierbij kan het gaan om bijvoorbeeld 3D-printers die met een hogere snelheid kunnen produceren, zonder dat er meer begeleiding en sturing van mensen nodig is. In het kader van de energietransitie kan het ook gaan om technologieën die zorgen voor een efficiëntere CO₂-reductie. Met eenzelfde hoeveelheid arbeidsinzet kan er dan meer CO₂ worden verminderd, wat de energietransitie minder arbeidsintensief maakt. Tot slot ontstaan er door innovaties nieuwe taken. De nieuwe technologie moet worden ontwikkeld en onderhouden, waardoor nieuwe taken ontstaan, bijvoorbeeld op het terrein van data science, 3D-ontwikkelingen en kunstmatige intelligentie. In sommige gevallen kunnen ook nieuwe beroepen ontstaan, zoals in de afgelopen decennia beroepen als blockchain-experts, VR-ontwikkelaars en waterstoftechnici zijn opgekomen.

Tabel 3.2 Effect innovaties op arbeidsvraag

Kenmerk van de innovatie	Effect op de arbeidsvraag			
		<u>Arbeid</u>	<u>Skills</u>	<u>Werktaken</u>
Arbeidsvraagverhogend	+	Hogere vraag naar arbeid door efficiëntere productie	De vraag naar skills die door de technologie productiever worden stijgt	Het gaat hier om grotere vraag naar niet-routinematige taken in het domein van analytische en interactieve taken
Arbeidsvervangend	-	Verlaagt de vraag naar arbeid door substitutie	Nadruk komt te liggen op skills die complementair zijn aan technologie	Het gaat hier om dalende vraag naar routinematige taken in het domein van handmatig uit te voeren taken
Verdiepend	-	Betere technologie maakt kapitaal productiever, waardoor dit intensiever wordt ingezet	Nadruk komt nog meer te liggen op skills die complementair zijn aan technologie	Het gaat hier om dalende vraag naar routinematige taken in het domein van analytische en interactieve taken
Ontstaan van nieuwe werkzaamheden	+	Door nieuwe technologie ontstaan nieuwe taken en een nieuwe arbeidsvraag	‘Nieuwe’ skills winnen aan belang en ‘oude’ skills boeten aan belang in	Het gaat hier om grotere vraag naar niet-routinematige taken in het domein van zowel analytische en interactieve taken als handmatig uit te voeren taken

Innovaties leiden tot bruto-arbeidsbesparingen als zij bepaalde werktaken overnemen, overbodig of efficiënter maken. Dat kan op de *extensieve marge* door taken over te nemen en op die *intensieve marge* door bestaande technologie te verbeteren. Banen bestaan uit bundels van werktaken: als werktaken binnen een baan overbodig worden, hebben werknemers meer tijd over om zich te richten op andere werktaken waardoor bruto minder mensen nodig zijn om de energietransitie te realiseren. Nieuwe computertechnologie heeft bijvoorbeeld een deel van de routinematige taken van werknemers overgenomen op het terrein van archiveren, rekenen en administreren. Werknemers zijn zich daarom meer gaan richten op taken waarin zij een comparatief voordeel hebben ten opzichte van computers, zoals niet-routinematige taken. Doordat werktaken overbodig worden, veranderen ook de skills (in dit onderzoek: vaardigheden, expertise en competenties) die werknemers nodig hebben om het werk goed uit te voeren. Voor iedere taak zijn immers skills nodig: skills bepalen in hoeverre werknemers die taak efficiënt en effectief kunnen uitvoeren. Skills als communicatie en persoonlijke interactie blijken belangrijke comparatieve voordelen te zijn van werknemers ten opzichte van computertechnologie.

De netto arbeidsbesparingen zijn echter kleiner. De implementatie en het werken met arbeidsbesparende innovaties zorgt bijvoorbeeld voor het ontstaan van nieuwe taken. Zo hoeven monteurs door de introductie van slimme meters weliswaar minder handmatige meteropnames te doen, maar moeten zij wel nieuwe werktaken op het terrein van data-analyse uitvoeren. Met de veranderende werktaken verandert ook de vraag naar skills. Taken complementair aan de technologie en nieuwe taken winnen aan belang. Dat betekent dat niet-routinematige cognitieve en niet-cognitieve taken aan belang winnen. Het gaat dan bijvoorbeeld om analytisch vermogen, nieuwe technische vaardigheden en inlevingsvermogen en creativiteit. Het is echter ook zo dat nieuwe taken een meer handmatig karakter kunnen hebben, zoals het besturen van nieuwe machines. Deze taken zijn niet-routinematig van aard.

Tot slot kan technologie ook arbeidsondersteunend zijn. Technologische hulpmiddelen zorgen er dan voor dat het werk eenvoudiger wordt om uit te voeren. Hierdoor zijn er minder specialistische skills nodig om een beroep te kunnen uitoefenen. Dit leidt in principe niet tot arbeidsbesparingen, maar kan er wel voor zorgen dat functie-eisen veranderen waardoor het potentiële aanbod voor een vacature toeneemt. Job crafting als gevolg van nieuwe technologie is hiervan een voorbeeld. Werkgevers hebben dan een grotere pool van werknemers om uit te kunnen vissen, wat er mogelijk toe leidt dat krapteproblemen verminderen.

4 Arbeidsbesparing gesubsidieerde innovaties

De meeste gesubsidieerde innovatieprojecten zorgen voor een verhoging van de arbeidsvraag of een gelijkblijvende arbeidsvraag. Slechts 23 procent van de gesubsidieerde innovaties is naar verwachting arbeidsbesparend. Vooral binnen praktische beroepen als inspecteurs en chauffeurs vinden arbeidsbesparingen plaats.

Dit hoofdstuk schetst een beeld van de gevolgen van gesubsidieerde innovaties voor de arbeidsvraag (in termen van beroepen, werktaken en skills). Hiervoor maken we gebruik van een online enquête uitgezet onder innovatie-ontwikkelaars die subsidie hebben ontvangen vanuit de MOOI-regeling, DEI-regeling, HER-regeling, de VEKI-regeling en andere subsidies die vallen onder de Topsector Energie (zie Box A.1 voor een toelichting van de regelingen). In totaal hebben 327 innovatie-ontwikkelaars de enquête ingevuld (responspercentage van 25 procent), waarvan 26 innovatie-ontwikkelaars zich richten op de offshore windsector.

4.1 Gevolgen innovaties op arbeidsvraag

Twee derde van de gesubsidieerde innovaties heeft geen invloed op de arbeidsvraag of verhoogt juist de arbeidsvraag. Van de gesubsidieerde innovatieprojecten verwacht ongeveer een derde (35 procent) te zorgen voor een netto verhoging van de arbeidsvraag in de energietransitie (zie Tabel 4.1). Deze innovaties zijn vooral gericht op het creëren van nieuwe producten, onderdelen of technologieën en niet zozeer op de efficiëntie van (arbeids)processen. Hierdoor zijn de benodigde nieuwe productieprocessen niet zo efficiënt als bestaande productieprocessen.

Tabel 4.1 De meeste innovaties hebben geen invloed op de arbeidsvraag of hebben zelfs een arbeidsvraagverhogend effect.

Type innovatie	Aantal	Percentage
Totaal aantal innovaties	26	100%
• Netto arbeidsbesparende innovaties	6	23%
• Netto arbeidsvraagverhogende innovaties	9	35%
• Innovaties die geen invloed hebben op de arbeidsvraag	11	42%
• Onbekend	0	0%
Bruto arbeidsbesparende innovaties	8	31%

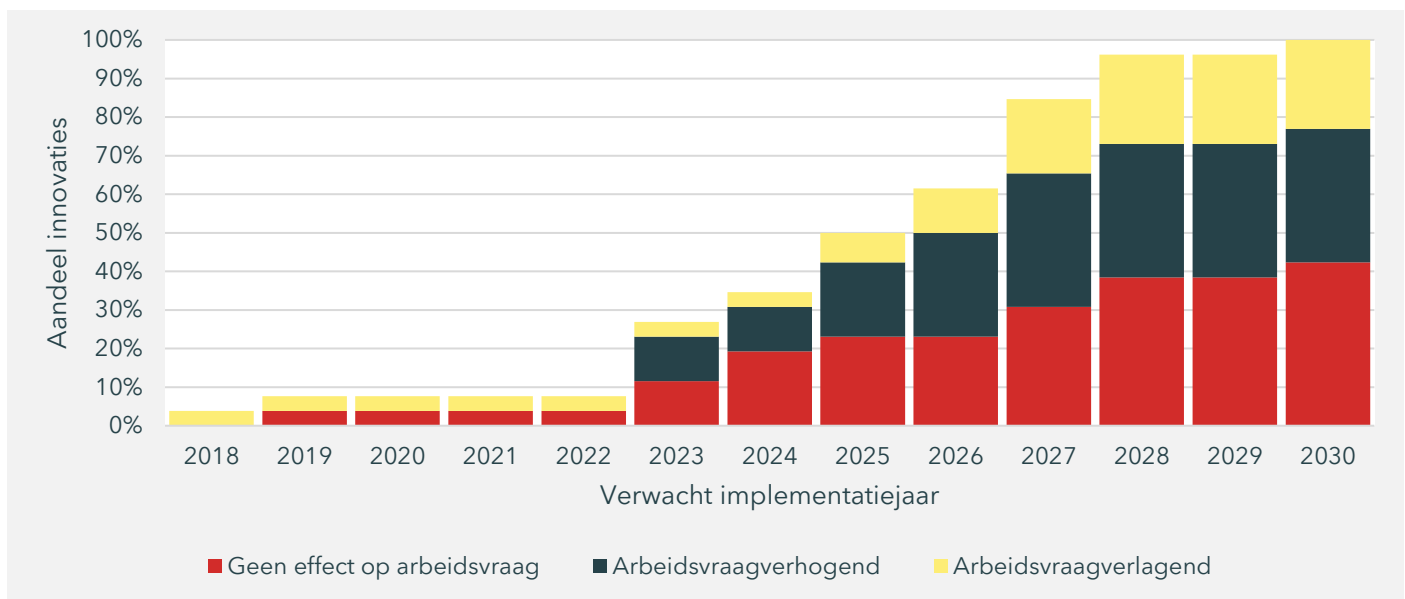
Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Noot: Netto arbeidsbesparende innovaties = na volledige implementatie is naar verwachting minder arbeidsinzet nodig in de energietransitie. Netto arbeidsvraagverhogende innovaties = na volledige implementatie is naar verwachting meer arbeidsinzet nodig in de energietransitie. Bruto arbeidsbesparende innovatie = na volledige implementatie is naar verwachting binnen één of meerdere beroepen minder arbeidsinzet nodig in de energietransitie. Innovaties die geen invloed hebben op arbeidsvraag = na volledige implementatie is naar verwachting evenveel arbeidsinzet nodig in de energietransitie. Onbekend = de innovatie-ontwikkelaar kan geen inschatting maken van de gevolgen op de arbeidsinzet in de energietransitie van zijn/haar innovatie.

Een derde van de gesubsidieerde innovatie zorgt voor arbeidsbesparingen. Van de gesubsidieerde innovatieprojecten verwacht 31 procent te zorgen voor bruto arbeidsbesparingen. Dit betekent dat er na implementatie van de innovatie minder vraag is naar één of meerdere beroepen. Deze lagere arbeidsvraag leidt echter niet noodzakelijkerwijs tot netto arbeidsbesparingen, omdat de vraag naar andere beroepen juist toeneemt. Slechts 23 procent van de gesubsidieerde innovaties verwacht ook netto arbeidsbesparend te zijn. Alleen deze innovaties geven aan dat er volgens hen na volledige implementatie minder arbeidsinzet nodig is voor de energietransitie.

Alle gesubsidieerde innovatieprojecten verwachten vóór 2030 tot volledige implementatie te komen. In de fase vóór implementatie zijn alle innovatieprojecten arbeidsvraagverhogend, omdat ze nog geen bijdrage leveren aan de energietransitie, maar er wel arbeidsinzet nodig is voor het ontwikkelen en testen van de innovatie. Twee derde van de gesubsidieerde innovaties is op dit moment nog in deze fase. Wel verwachten alle innovaties in de periode 2024-2030 tot implementatie te komen. Dat betekent dat de arbeidsbesparingen, maar ook de verhogingen in arbeidsvraag, naar verwachting vóór 2030 plaatsvinden. Hierbij zij wel opgemerkt dat innovatieprocessen inherent onzeker zijn. Het gaat hier dus vooral om verwachtingen. In de praktijk kan de ontwikkel- of implementatiefase langer (korter) duren of kan een innovatie mislukken en/of niet op de markt komen.

Figuur 4.1 De meeste innovaties zijn nog niet op de markt gebracht, maar worden de komende vijf jaar geïmplementeerd

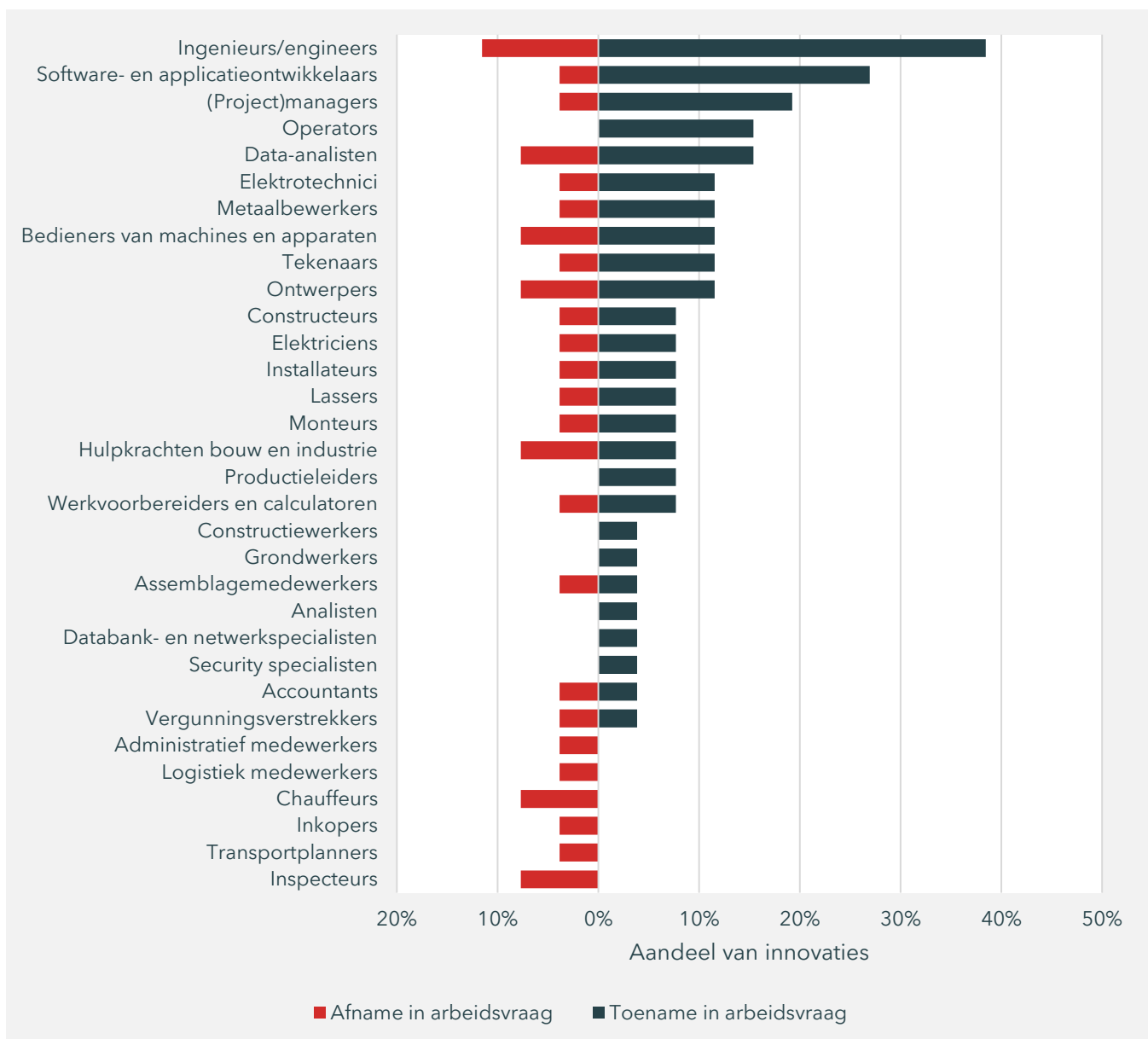


Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

De innovaties zorgen vooral voor meer vraag naar theoretisch geschoolde arbeidskrachten. De meest genoemde arbeidskrachten waarnaar de vraag stijgt binnen de offshore windsector zijn ingenieurs, software- en applicatieontwikkelaars, projectmanagers, operators en data-analisten. Dit zijn allemaal beroepsgroepen waarvoor minimaal een hbo-opleiding vereist is. Verder zijn veel van deze beroepen krapteberoepen waarvoor in de komende jaren knelpunten te verwachten zijn, zoals onder ingenieurs en operators. De beperkte beschikbaarheid van deze beroepen kan dus zorgen voor knelpunten in de uitvoering van de innovatieprojecten.

De innovaties zorgen voor minder vraag naar meer praktische geschoolde arbeidskrachten. Over het algemeen geven innovatie-ontwikkelaars aan dat de vraag naar praktisch geschoolde vakkrachten zoals chauffeurs, administratieve beroepen, inspecteurs en hulpkrachten afneemt. Zij spenderen doorgaans veel tijd aan fysieke routinematige taken. Dit zijn ook taken die in de regel vatbaar zijn voor robotisering en automatisering en de inzet van drones, waardoor dit type technologieën in potentie delen van het werk kan overnemen (zie onder andere Acemoglu en Restrepo, 2019). Dat is moeilijker bij niet-routinematige taken, die vaker voorkomen bij werkzaamheden van theoretisch geschoolde arbeidskrachten.

Figuur 4.2 Er komt door de innovaties vooral meer vraag naar theoretisch geschoolde, en minder naar praktisch geschoolde arbeidskrachten



Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)
 Noot: De figuur geeft per beroepsgroep aan welk aandeel van de ondervraagde innovatie-ontwikkelaars verwacht dat de vraag door hun innovaties toeneemt, en welk aandeel verwacht dat de vraag afneemt. De overige innovatie-ontwikkelaars verwachten geen effect op de vraag naar de specifieke beroepsgroep.

4.2 Arbeidsbesparende innovaties in ontwikkeling

Arbeidsbesparende innovaties op het gebied van offshore wind richten zich op het verminderen van arbeidsinzet bij het transport, de installatie, operatie en onderhoud van offshore windparken:

Transport en installatie

Met betrekking tot de installatie van de fundering gaat het bijvoorbeeld om efficiëntere installatietechnieken om funderingspalen te plaatsen. Funderingspalen zijn enorm en met de groter wordende turbines worden deze alleen maar groter. Het is een tijdrovend en uitdagend proces om de palen de grond in te hameren. Met nieuwe installatietechnieken kunnen installateurs de palen de grond in 'draaien' in plaats van 'hameren'. Hierdoor daalt niet alleen het geluid en de trillingen die gepaard gaan met het installatieproces, maar besparen installateurs ook tijd bij het plaatsen van de palen.

Met betrekking tot de installatie van windturbines gaat het bijvoorbeeld om innovatieve hijskranen als alternatief voor het bouwen van een compleet nieuw installatieschip. Dat bespaart onder andere arbeidsinzet in de scheepsbouw, maar ook bij het installeren van de turbines zelf.

Operatie en onderhoud

Met betrekking tot het onderhoud worden inspectiedrones ingezet voor visuele inspectie van windturbines (zie Box 4.2). De inspectie is nu erg arbeidsintensief: windtechnici moeten met de boot naar de turbines en vervolgens de turbines op voor inspectie en onderhoud. Door inspectiedrones in te zetten hoeven windtechnici minder frequent de oversteek te maken naar de turbines, de turbinebladen minder vaak te inspecteren en minder vaak reparaties en vervangingen uit te voeren. Er zijn zelfs drones in ontwikkeling die niet bestuurd hoeven te worden, waardoor inspectiewerkzaamheden vrijwel volledig vervangen worden door drones. Wel neemt de vraag naar data-analisten en databankspecialisten toe doordat de data van de inspectierobot nog wel geschoond, geïnterpreteerd en gecombineerd moeten worden om conclusies te kunnen trekken uit de inspectie.

Aanvullend worden met betrekking tot onderhoud ook innovaties ontwikkeld die het onderhoud zelf uit handen kunnen nemen. Denk hierbij aan de 'boutdraairobot' die zelfstandig delen van de turbine doorloopt om boutspanningen te meten en deze waar nodig aan en uit te draaien. Ook zijn er innovaties die zich richten op het ontwikkelen van onbemande vaartuigen zodat er minder schippers nodig zijn voor de oversteek naar de windturbines.

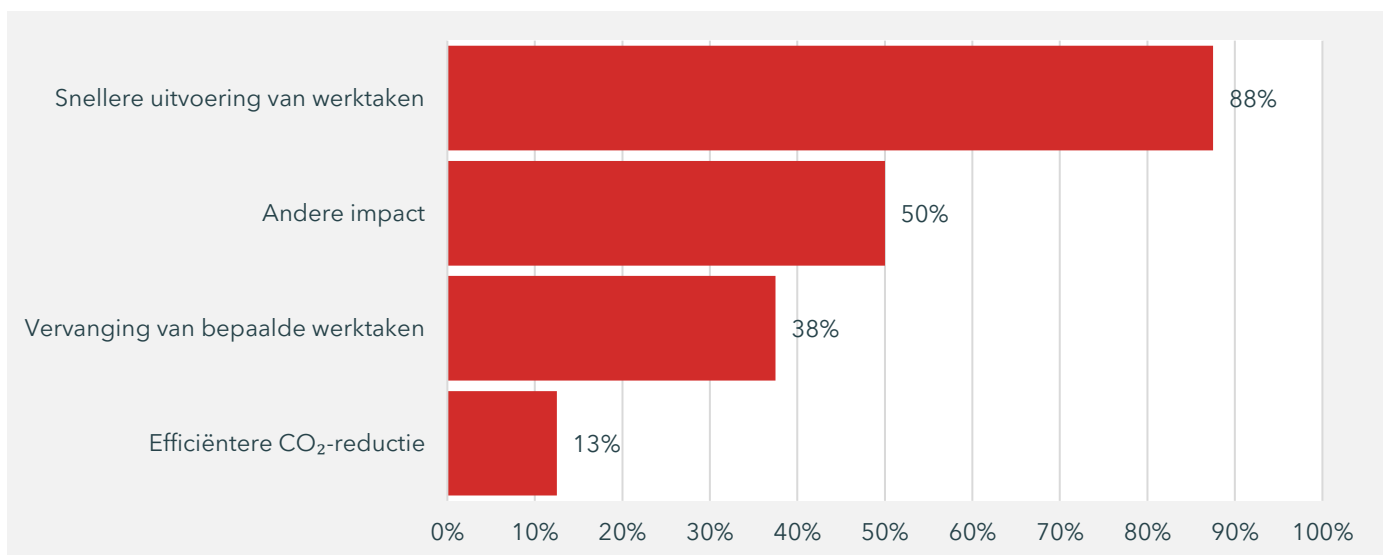
Tot slot zijn er innovaties die ervoor zorgen dat onderhoud en reparatie minder nodig is. Het gaat bijvoorbeeld om het toepassen van coatings op de windturbine die kleine beschadigingen automatisch kunnen herstellen, waardoor de behoefte aan regelmatig onderhoud afneemt. Ook gaat het om slimme sensortechnologie voor het monitoren van windcondities en prestaties van een windturbine. Dit vermindert de noodzaak voor handmatige inspectie en optimaliseert de operationele efficiëntie.

Box 4.1 Inspectiedrones voor onderhoud windturbines

Een voorbeeld van een innovatie die zich bezig houdt met wind op zee is een project dat zich richt op het verbeteren van het onderhoud van windturbines op zee. Het project richt zich specifiek op het aanpakken van problemen zoals slijtage aan de windturbinebladen, wat momenteel leidt tot hogere kosten en verminderde energieopbrengst. Met behulp van geavanceerde technologie, waaronder drones met sensoren, wordt deze slijtage opgespoord en gerepareerd. Dit leidt tot een hogere energieopbrengst en lagere onderhoudskosten. De innovatie zorgt voor een verminderde arbeidsvraag, doordat er minder windtechnici nodig zijn voor het onderhoud van de windturbines. Zo hoeven windtechnici turbinebladen niet meer te inspecteren en zullen reparaties aan de bladen en vervangingen veel minder vaak nodig zijn door beter inzicht in de conditie van de bladen. Wel worden data-analyse en -interpretatie van de inspectierobot belangrijker in het werk van windtechnici. Al met al zullen windtechnici zo'n 10 uur aan werktijd besparen in een week, met een verschuiving van fysieke niet-routinematige taken naar meer cognitief niet-routinematige taken. Door deze verandering in werkzaamheden wordt een aantal soft-skills als aanpassingsvermogen, creativiteit en probleemoplossend vermogen belangrijker. Daarnaast zullen computer- en datavaardigheden en kennis van nieuwe technologieën, robots en specifieke software belangrijk worden. Om de verzamelde data van de inspectierobot te schonen, interpreteren, combineren en analyseren om tot de juiste inzichten te komen, zal de vraag naar databank- en netwerkspecialisten toenemen. Desondanks leidt de innovatie netto wel tot arbeidsbesparing.

Arbeidsbesparingen zijn vooral het gevolg van snellere uitvoering van werktaken en de vervanging van bepaalde werktaken. De arbeidsbesparingen worden voornamelijk gerealiseerd door innovaties die ervoor zorgen dat bepaalde werktaken sneller kunnen worden uitgevoerd (zie Figuur 4.3). Deze innovaties verbeteren de productiviteit van bestaande arbeid, bijvoorbeeld doordat installatie-onderdelen (zoals funderingspalen) eenvoudiger zijn te plaatsen. Daarnaast vervangen innovaties traditionele werktaken. Deze innovaties resulteren in nieuwe toepassingen die menselijke inzet overbodig maken, zoals bijvoorbeeld het gebruik van inspectiedrones waardoor inspectiewerkzaamheden verdwijnen.

Figuur 4.3 Veruit de meeste arbeidsbesparende innovaties (88 procent) zorgen voor een lagere arbeidsvraag doordat bepaalde werktaken sneller uitgevoerd kunnen worden



Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

4.3 Verandering in belang skills door innovaties

Skills complementair aan technologie en nieuwe taken winnen aan belang. Dan gaat het om soft skills als plannen en organiseren en probleemoplossend vermogen (zie Tabel 4.2). Het ontwikkelen van windturbines op zee is complex. Het water kan diep zijn, waardoor het moeilijk is om funderingen te plaatsen, en de materialen moeten bestand zijn tegen extreme weersomstandigheden, zoals zware wind, golven, zoutnevel en corrosieve omgevingen. Verder is het transport van grote windturbinecomponenten naar offshore-locaties logistiek uitdagend, evenals het veilig installeren ervan in zee. Dit vergt skills als het goed kunnen plannen en organiseren van (logistieke) werkzaamheden en een probleemoplossend vermogen.

Verder krijgen hard skills die werknemers in staat stellen om te werken met de nieuwe technologieën steeds meer gewicht. Specifiek gaat het dan om kennis van techniek, specifieke software en het bezitten van data- en computervaardigheden. De innovaties dragen bij aan een grotere toepassing van technologie in de levenscyclus van windparken op zee, zoals het gebruik van drones, robot en slimme sensoren en technologieën. Werknemers in de offshore windsector moeten in staat zijn om de nieuwe technologieën te begrijpen én te kunnen gebruiken.

Daarentegen zien we een afname in het belang van skills zoals uithoudingsvermogen en taalbeheersing. De noodzaak vermindert om te beschikken over skills zoals uithoudingsvermogen omdat het werk minder fysiek wordt door de technologische toepassingen. Andere skills die in belang afnemen zijn taalbeheersing. Dit heeft vermoedelijk te maken met slimme zelflerende technologieën op het gebied van kunstmatige intelligentie die een nuttig hulpmiddel bieden op het terrein van taalbeheersing.

Tabel 4.2 Skills die complementair zijn aan technologie nemen in belang toe als gevolg van de innovaties

Skills die minder belangrijk worden	Skills die belangrijker worden
Taalbeheersing	Kennis over techniek
Uithoudingsvermogen	Probleemoplossend vermogen
Bedrijfskundige kennis	Plannen en organiseren
Kennis van de markt	Kennis van specifieke software
Kennis van projectmethodieken	Data- en computervaardigheden

Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Noot: De tabel geeft de top 5 skills weer die minder belangrijk worden door de innovaties, en belangrijker worden door de innovaties volgens innovatie-ontwikkelaars zelf.

5 Belemmeringen

Gesubsidieerde innovatie-ontwikkelaars ervaren belemmeringen in wet- en regelgeving, financiële onzekerheid en technische uitdagingen bij het ontwikkelen en implementeren van innovaties. Deze belemmeringen omvatten onder andere lange wachttijden voor goedkeuring van nieuwe technologieën, onzekerheid over terugverdientijd en concurrentie met minder duurzame alternatieven, en complexe technische vereisten voor offshore windprojecten.

Dit hoofdstuk biedt inzicht in de belemmeringen die gesubsidieerde innovatie-ontwikkelaars, naast beschikbare personeelscapaciteit, ervaren in het ontwikkelen en implementeren van hun innovatie.

Innovatie-ontwikkelaars ervaren belemmeringen in de wet- en regelgeving. Soms is voor innovatieve producten of productieprocessen nieuwe of aangepaste wet- en regelgeving nodig. Het proces van het opstellen en wijzigen van wet- en regelgeving kan tijdrovend zijn. Hierdoor loopt de regelgeving vaak achter op de snel veranderende technologische ontwikkelingen. Dit kan innovatieprojecten vertragen, omdat de benodigde goedkeuringen mogelijk nog niet beschikbaar zijn. In de offshore windsector noemen ontwikkelaars bijvoorbeeld de lange wachttijden voor toestemming voor het gebruik van inspectiedrones door de luchtvaartautoriteit.

“Er is meer capaciteit en kennis nodig bij de afdeling die drones keurt om dit soort innovaties van de grond te kunnen krijgen.”

“Om van de nieuwe data gebruik te mogen maken in het ontwerp van windturbines is certificering van de nieuwe technologie belangrijk. Dat kost tijd (soms meerdere iteraties nodig).”

“Zowel de wet- en regelgeving als de marktordening zijn nog altijd volledig afgestemd op het oude en vervuilende energiesysteem. Dit politiek falen belemmert de marktintroductie voor schone energietechnologie.”

Figuur 5.1 Veelgenoemde belemmeringen zijn technische belemmeringen en wet- en regelgeving



Bron: Enquête onder innovatieontwikkelaars, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Noot: Hoe groter de belemmering is weergegeven, des te vaker hebben innovatie-ontwikkelaars de belemmering genoemd in de enquête.

Daarnaast noemen innovatie-ontwikkelaars de financiële onzekerheid als belemmering. Innovaties vereisen vaak aanzienlijke investeringen in onderzoek, ontwikkeling en implementatie. Financiële onzekerheid kan ontwikkelaars ontmoedigen om deze kosten te maken, vooral als ze niet zeker zijn van de terugverdientijd of het rendement van hun investeringen. Innovaties op het terrein van duurzaamheid hebben bovendien vaak een langere terugverdientijd dan traditionele, minder duurzame initiatieven. Daarnaast kunnen zij in prijs nog niet concurreren met minder duurzame alternatieven. De prijzen van duurzame materialen liggen over het algemeen relatief hoog door de langere productietijd. Hierdoor is het voor innovatie-ontwikkelaars lastig om te concurreren met andere aanbieders. Ook hebben ontwikkelaars te maken met onzekere marktomstandigheden, zoals schommelingen in prijzen, vraagvolatiliteit en geopolitieke instabiliteit. Deze onzekerheden kunnen het moeilijk maken om toekomstige vraag naar innovaties te voorspelen, wat investeringsbeslissingen bemoeilijkt.

“Ontwikkeling van nieuwe technologie is altijd ingewikkeld, tijdrovend en kostbaar, zeker in de offshore renewable industrie. Nederland is goed bezig, maar de internationale competitie zit niet stil. RVO subsidies op ontwikkeling van nieuwe technologie is zeer waardevol, maar zelfs met dit soort subsidies is/blijft het hard werken om innovaties van de grond te krijgen..”

“Economische belemmeringen, onze innovatie is duurder dan de fossiele alternatieven. Zolang het financiële plaatje niet anders wordt, zal de innovatie niet op de markt komen.”

Tot slot noemen innovatie-ontwikkelaars technische belemmeringen. Het ontwikkelen van windturbines op zee is complex. Het water kan diep zijn, waardoor het moeilijk is om funderingen te plaatsen, en de materialen moeten bestand zijn tegen extreme weersomstandigheden, zoals zware wind, golven, zoutnevel en corrosieve omgevingen. Verder is het transport van grote windturbinecomponenten naar offshore-locaties uitdagend, evenals het veilig installeren ervan in zee. Dit vergt gespecialiseerde schepen, apparatuur en vakkrachten. Ook bij het aansluiten van offshore windparken aan het elektriciteit op het vasteland kunnen technische problemen ontstaan, zoals het plannen van transmissie-infrastructuur en het overbruggen van grote afstanden.

“Deze belemmeringen zijn van technische aard en kunnen niet door de overheid worden weggenomen.”

6 Mogelijkheden voor innovatiebeleid

Het innovatiebeleid kan bijdragen aan het verminderen van de arbeidsvraag in de energietransitie door het opnemen van arbeidsmarktgevolgen als randvoorwaarde in het subsidie-instrumentarium en gerichte ondersteuning voor het ontwikkelen van arbeidsbesparende innovaties.

Dit hoofdstuk bevat een beschouwing over de rol van de overheid in het stimuleren van arbeidsbesparende innovaties (Paragraaf 6.1) Verder bevat dit hoofdstuk een aantal aanbevelingen voor innovatiebeleid in het wegnemen van belemmeringen en het realiseren van arbeidsbesparende innovatie (Paragraaf 6.2). Tot slot bevat dit hoofdstuk inzicht in randvoorwaardelijk beleid dat van belang is voor de totstandkoming van innovaties (Paragraaf 6.3).

6.1 De rol van de overheid bij innovaties

Het Nederlandse innovatiebeleid richt zich traditioneel op het voorkomen en oplossen van marktfalen.

Marktfalen ontstaat bijvoorbeeld wanneer innovatie-ontwikkelaars minder investeren in innovatie dan maatschappelijk gezien wenselijk is, wat vaak het gevolg is van *kennis spillovers*. Kennis spillovers doen zich voor wanneer de voordelen van innovaties bij andere partijen terechtkomen, zonder dat de innovatie-ontwikkelaar daarvan profiteert.⁶ Bij de ontwikkeling van schone productietechnieken profiteren bijvoorbeeld andere bedrijven van de opgedane kennis en de maatschappij van een schoner milieu. Omdat ontwikkelaars weten dat andere (concurrerende) bedrijven de kennis kunnen kopiëren, zijn ze terughoudend met het investeren in het ontwikkelen van innovaties.⁷ Als gevolg hiervan wordt er minder geïnvesteerd in innovatie dan vanuit maatschappelijk oogpunt wenselijk is. Het private rendement is met andere woorden lager dan het maatschappelijke rendement. Met innovatiebeleid kunnen innovatie-ontwikkelaars voor het verschil tussen het maatschappelijke en private rendement worden gecompenseerd via subsidies en belastingvoordelen.

Later is het innovatiebeleid zich ook gaan richten op het beperken van systeemfalen. Systeemfalen ontstaat wanneer de samenwerking tussen bedrijven, kennisinstellingen en (semi)publieke instellingen tekortschiet waardoor innovaties maatschappelijk gezien onvoldoende tot stand komen. Innovatiebeleid richt zich dan op het bevorderen van samenwerking, zoals in het Topsectorenbeleid, waar de overheid als netwerkpartner partijen mobiliseert en ideeën en investeringen richting geeft en katalyseert. Bij zowel de bestrijding van markt- als systeemfalen dienen de baten van overheidsingrijpen afgewogen te worden tegen de kosten (zoals uitvoeringskosten) en dient gewaakt te worden voor overheidsfalen.

In de afgelopen jaren is het beperken van transitiefalen onderdeel geworden van het innovatiebeleid.

Transities zoals de energietransitie kunnen falen doordat ze te traag plaatsvinden en daardoor momentum missen om de gewenste omslag te bewerkstelligen. Ook kunnen ze in het geheel uitblijven of marktpartijen kunnen zelfs de andere kant op bewegen.⁸ In dat geval kan de overheid ingrijpen. De overheid stuurt hierbij op de richting van

⁶ Onder andere beschreven in CPB (2016) 'Kansrijk innovatiebeleid'.

⁷ Zie onder andere het rapport van CPB (2024) 'Publieke projectfinanciering: wanneer en hoe?'

⁸ Zie onder andere het rapport van de Commissie evaluatiemethoden systeem- en transitiebeleid 'Durf te leren, ga door met meten'.

transities en de tijdigheid ervan. In het kader van de energietransitie biedt de overheid bijvoorbeeld met het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) een stip op de horizon en geeft ze actoren een ontwikkelrichting voor het energiesysteem tot 2050. Een ander voorbeeld betreft het Missiegedreven Topsectoren en Innovatiebeleid. Met dit innovatiebeleid richt de overheid zich op het gehele proces van onderzoek, innovatie en toepassing, met het ondersteunen van onderzoeks- en innovatie-ecosystemen, met als doel om de klimaatdoelen tijdig te realiseren.

Een vorm van transitiefalen is de beperkte beschikbaarheid van personeel om de energietransitie te volbrengen. De beschikbaarheid van personeel is op dit moment een vertragende factor in het realiseren van de energietransitie. Hierdoor ondervinden bedrijven, maar ook huishoudens, vertragingen in het maken van de transitie. De arbeidsmarkt kan zich op termijn wel aanpassen, maar de urgentie van de energietransitie legitimeert ingrijpen. Dit vergt gecoördineerde beleidsinspanningen, waarbij niet alleen aandacht is voor het vergroten van het aanbod binnen beroepen (zoals via scholingsbeleid en participatiebeleid) en de match tussen vraag en aanbod (LLO-beleid), maar juist ook voor het verminderen van de arbeidsvraag in de energietransitie. Hierin speelt onder andere het innovatiebeleid een belangrijke rol.

6.2 Handelingsperspectieven voor innovatiebeleid

Innovatiebeleid kan bijdragen aan het verminderen van de arbeidsvraag in de energietransitie. Op basis van het huidige onderzoek zijn er mogelijkheden om arbeidsbesparingen in de energietransitie te realiseren door middel van innovatiebeleid. Daarvoor presenteren we twee handelingsperspectieven (zie hieronder). Hierbij past wel een aantal disclaimers. Ten eerste moet worden vastgesteld dat innovaties niet op korte termijn de arbeidsmarktcrachte in de energietransitie kunnen oplossen en de arbeidsproductiviteit stimuleren. Het doorwerken van innovatie kost in de regel jaren en vooral ook forse investeringen, die dan niet op andere plekken in de economie gedaan kunnen worden. Met het oog op de klimaatdoelen van 2030 en 2050 blijven de investeringen wel relevant, maar er zijn geen 'quick fixes' in innovatiebeleid die een directe en aanzienlijke arbeidsbesparende werking hebben in de energietransitie. Ten tweede zijn de handelingsperspectieven volledig gebaseerd op de verzamelde kennis en het gezonde verstand van het onderzoeksteam. Dat betekent ook dat alleen de onderzoekers verantwoordelijk zijn voor de genoemde perspectieven en alleen zij daarop kunnen worden aangesproken.

1. *Neem arbeidsmarktgevolgen als randvoorwaarde op in huidige subsidie-instrumentarium*

Het is niet aan te raden om arbeidsbesparing op te nemen als een harde voorwaarde voor het verkrijgen van subsidie. Het is van belang dat schaalbare technologieën die de grootste bijdrage leveren aan de klimaatdoelen ondersteuning ontvangen vanuit de overheid. Zij beperken CO₂-emissies (negatieve externaliteiten) en zorgen voor *spillovers* (positieve externaliteiten). Dit zullen niet altijd technologieën zijn die bijdragen aan arbeidsbesparingen in de energietransitie. In de regel gaat de ontwikkeling en implementatie van nieuwe innovatieve technologieën samen met inefficiënties in het productieproces. Hierdoor zal een poging om met één subsidieregeling zowel CO₂- als arbeidsbesparing te bereiken, ervoor zorgen dat beide suboptimaal worden gerealiseerd.⁹ Het is daarom goed dat de bestaande subsidieregelingen zich hoofdzakelijk richten op het ontwikkelen van nieuwe duurzame producten en technologieën.

Wel is het aan te raden om als randvoorwaarde op te nemen dat subsidieontvangers inzichtelijk maken wat de gevolgen zijn van hun innovaties voor de arbeidsmarkt. Een middel hiervoor is om aanvragers te onderwerpen aan een 'arbeidsmarkttoets'. Dit kan bijvoorbeeld door subsidieontvangers te stimuleren om zwaar en gevaarlijk werk uit te sluiten, hen te laten aangeven hoe de innovatie de arbeidsvraag beïnvloedt op korte en lange termijn, en hoe

⁹ Dit wordt ook wel de Regel van Tinbergen genoemd (Tinbergen, 1956).

ze omgaan met eventuele toekomstige knelpunten in de beschikbaarheid van personeel. Zoals uit dit onderzoek blijkt, doen innovatieprojecten vaak een groter beroep op beroepen waar de krapte nu en in de toekomst al groot is, zoals engineers en uitvoerende technici. Dat heeft consequenties voor de arbeidsvraag en de uitvoerbaarheid van het innovatieproject. Dergelijke informatie kan de overheid gebruiken om te bepalen waar arbeidsbesparingen wenselijk zijn, om vervolgens gericht te sturen op het realiseren van deze arbeidsbesparingen.

1. *Ondersteun gericht arbeidsbesparende innovaties in de energietransitie*

Een nieuwe subsidieregeling van de overheid kan helpen bij het stimuleren van arbeidsbesparende innovaties die cruciaal zijn voor het bevorderen van de energietransitie. Idealiter richt een dergelijke nieuwe subsidieregeling zich specifiek op de ontwikkeling van (i) schaalbare innovaties die (ii) zorgen voor een vermindering van de arbeidsvraag in de energietransitie (iii) binnen beroepsgroepen waarin toekomstige knelpunten te verwachten zijn. Hiervoor biedt de Indicator Toekomstige Knelpunten in de Personeelsvoorziening naar Beroep (ITKB) van ROA een nuttig hulpmiddel. Een inherent nadeel aan een dergelijke regeling is wel dat subsidieverstrekking op korte termijn de arbeidsvraag alleen maar zal verhogen. In de fase vóór implementatie verhogen immers alle innovaties de arbeidsvraag. Het is daarom van cruciaal belang dat ontwikkelaars die kunnen onderbouwen dat ze op termijn arbeidsbesparingen opleveren, niet alleen op korte termijn toezeggingen ontvangen, maar ook financiële zekerheid hebben met betrekking tot subsidiëring op de lange termijn. Op deze manier durven zij eerder investeringen te doen die zich pas op lange termijn uitbetalen in grotere arbeidsbesparingen.

6.3 Randvoorwaarden voor totstandkoming van innovaties

Naast innovatiebeleid is randvoorwaardelijk beleid van belang voor de totstandkoming van innovaties.

Onder randvoorwaardelijk beleid vallen instrumenten die de omstandigheden voor innovatie verbeteren zonder rechtstreeks in te grijpen. Denk daarbij aan rechtsorde, onderwijs, intellectuele-eigendomsrechten, infrastructuur, mededingingsbeleid, buitenlands economisch beleid en tegenwoordig ook netneutraliteit, privacyregels en beleid gericht op cyberveiligheid. Innovatiebeleid alleen is daarom niet genoeg. Het vergt gecoördineerde beleidsinspanningen om een economie te creëren die innovatie bevordert.

Het randvoorwaardelijk beleid voor de totstandkoming van innovaties is op dit moment niet optimaal.

Innovatie-ontwikkelaars ondervinden belemmeringen in de randvoorwaarden die de overheid schept voor de totstandkoming van innovaties. De meest genoemde belemmeringen voor het ontwikkelen en implementeren van innovaties zijn de wet- en regelgeving en vergunningsprocedures.

Een belangrijke randvoorwaarde voor een innoverende economie is passende en flexibele wet- en regelgeving.

De wet- en regelgeving heeft tot doel bepaalde publieke belangen te beschermen, zoals veiligheid, kwaliteit en toegankelijkheid. Innovaties brengen bestaande publieke belangen niet in twijfel, maar wel de manier waarop deze belangen worden gewaarborgd. Het kan zijn dat bestaande wet- en regelgeving overbodig wordt of aan effectiviteit verliest. Als deze niet worden aangepast, kunnen ze een obstakel vormen voor vernieuwing.

Het vinden van een balans tussen het bevorderen van innovaties en de borging van publieke belangen is een voortdurende uitdaging.

Uit dit onderzoek blijkt bijvoorbeeld dat langzame procedures en verouderde wet- en regelgeving de ontwikkeling van innovaties in de offshore windsector belemmeren. Er is daarom behoefte aan meer flexibiliteit in wet- en regelgeving. Hiervoor is het van belang dat wet- en regelgeving inhoudelijk gericht is op het bereiken van klimaatdoelen en het waarborgen van publieke belangen, in plaats van strikte voorschriften en

procedures op te leggen. Dit benadrukt - in lijn met het transitiedenken - het belang van een langetermijnvisie, snelle procedures en het vermogen om af te wijken van specifieke voorschriften.

6.4 Vervolgonderzoek

In tegenstelling tot andere sectorrapporten, biedt dit rapport nog beperkt inzicht in arbeidsbesparende innovaties die buiten de gesubsidieerde projecten om worden ontwikkeld voor de offshore windsector. Toekomstig onderzoek kan zich richten op het in kaart brengen van deze innovaties, de belemmeringen die ontwikkelaars ervaren en het vaststellen van de specifieke schakels in de waardeketen waar de innovaties in potentie zorgen voor arbeidsbesparingen. Hierdoor ontstaat een completer beeld van de 'blinde vlekken' binnen de waardeketen waar momenteel weinig aandacht is voor arbeidsbesparende innovatieprojecten, maar waar wel potentieel is voor besparingen. Dergelijke inzichten bieden beleidsmakers concrete handvatten om gericht de ontwikkeling van arbeidsbesparende innovaties in de offshore windsector te stimuleren en ondersteunen.

Referenties

- Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33 (2): 3-30.
- CE Delft. (2022). *Arbeidsvraag in de energietransitie*. Delft: CE Delft.
- Hamilton, J., & Liming, D. (2010). *Careers in Wind Energy*.
- Knol, E., & Baken, J. (2018). *Invulling groeiende arbeidsvraag in offshore windsector vanuit offshore olie- en gassector*.
- Knol, E., & Coolen, E. (2019). *Employment analysis (2019-2023) of various fields of activities in the Dutch offshore windsector*.
- Knol, E., & Coolen, E. (2022). *1,000s of FTE needed for Offshore Wind Operations & Maintenance up to 2050 in the Netherlands*.
- Koning, M., & Van Dril, A.W.N. (2016). *Energieakkoord: Effecten van de energietransitie op de inzet en kwaliteit van arbeid*. ECN.
- Ligtvoet, A., Pickles, A., & Van Barneveld, J. (2016). *Kwalitatieve impact van het Energieakkoord op werkgelegenheid*. Technopolis group.
- Ottens, M. (2016). *Werken met energie; een meervoudige case-study naar de werkgelegenheidseffecten van het energieakkoord voor duurzame groei*. SER.
- OWIH. (2021). *Quantifying the impact of Robotics in Offshore Wind*.
- PWC. (2018). *De economische bijdrage van windenergie op zee*. Amsterdam: PWC.
- Straatmeijer, J.L., & Koning, M.A. (2015). *Energiebesparende technieken en kwalificaties bouw personeel*. EIB.

Bijlage A Verdiepende informatie

Box A.1 Subsidieregelingen Topsector Energie

Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie (MOOI)

De MOOI-subsidie richt zich op consortia die gezamenlijk werken aan innovaties ter bevordering van de energie- en klimaatdoelen, specifiek gericht op elektriciteit, gebouwen of industrie.

Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+)

De DEI+-subsidie biedt ondernemers de mogelijkheid om energiebesparing in productieprocessen te realiseren of technologieën voor CO₂-reductie te testen. Ondernemers die hun energieverbruik willen verminderen kunnen gebruikmaken van deze subsidie om hun ideeën te testen en te demonstreren.

Hernieuwbare Energietransitie (HER)+

De HER+-subsidie is gericht op innovatieprojecten die de CO₂-uitstoot verminderen door het gebruik van hernieuwbare energiebronnen of door het toepassen van CO₂-besparende technieken. Belangrijk is dat de innovatie leidt tot CO₂-vermindering in 2030, waarmee wordt bijgedragen aan het behalen van klimaatdoelstellingen.

Versnelde klimaatinvesteringen industrie (VEKI)

De VEKI-subsidie is bedoeld voor bedrijven in de industrie die bewezen effectieve CO₂-besparende maatregelen willen nemen. Ondernemers die deze maatregelen op eigen rekening en risico willen implementeren, maar aanlopen tegen hoge investeringskosten met een terugverdientijd van meer dan vijf jaar, kunnen gebruikmaken van de subsidie.

Bijlage B Overzicht arbeidsbesparende innovaties offshore windsector

Type innovatie	Omschrijving	Implementatiejaar	Type innovatie	Innovatiethema
Radarsysteem voor windmolenpark-onderhoud	Radarsysteem dat de efficiëntie van windmolenpark-onderhoud verbetert en productieverlies vermindert.	2025	Toepassen van een bestaande technologie	Wind op Zee
Nieuwe versie van de offshore windatlas	Nauwkeurigere versie van de huidige offshore windatlas, inclusief langetermijn-klimatologie en informatie over windvelden.	2018	Ontwikkeling nieuwe technologie, toepassen van een bestaande technologie	Wind op Zee
Efficiënter paalinstallatieproces	Efficiënter installatieproces van funderingspalen voor offshore windturbines om geluid en kosten te verminderen.	2027	Geheel nieuw productieproces, ontwikkeling nieuwe technologie	Wind op Zee
Drones voor onderhoud windturbinebladen	Drones die erosie op windturbinebladen kunnen detecteren en eenvoudige reparaties kunnen uitvoeren.	2027	Toepassen van een bestaande technologie	Wind op Zee
Hijskraan voor plaatsen windturbines	Innovatieve hijskraan voor het plaatsen van steeds hogere windturbines, als alternatief voor het bouwen van een compleet nieuw schip.	2025	Geheel nieuw productieproces	Wind op Zee
Monitorsysteem offshore windturbines	Robuust monitoringssysteem waarmee de support structure van offshore windturbines systematisch gemonitord kunnen worden.	2027	Verbetering / doorontwikkeling van bestaand productieproces, ontwikkeling nieuwe technologie, toepassen van een bestaande technologie	Wind op Zee
Verbeterde blade monitoring door middel van drones	Geavanceerde drones en coatings om problemen bij windturbinebladen op te sporen en te repareren.	2028	Ontwikkeling nieuwe technologie, toepassen van een bestaande technologie	Wind op Zee



“De wetenschap dat het goed is.”

SEO Economisch Onderzoek doet onafhankelijk toegepast onderzoek in opdracht van overheid en bedrijfsleven. Ons onderzoek helpt onze opdrachtgevers bij het nemen van beslissingen. SEO Economisch Onderzoek is gelieerd aan de Universiteit van Amsterdam. Dat geeft ons zicht op de nieuwste wetenschappelijke methoden. We hebben geen winstoogmerk en investeren continu in het intellectueel kapitaal van de medewerkers via promotietrajecten, het uitbrengen van wetenschappelijke publicaties, kennisnetwerken en congresbezoek.

SEO-rapport 2024-48

ISBN 978-90-5220-401-7

Informatie & Disclaimer

SEO Economisch Onderzoek heeft op de verkregen informatie en data geen onderzoek uitgevoerd dat het karakter draagt van een accountantscontrole of due diligence. SEO is niet verantwoordelijk voor fouten of omissies in de verkregen informatie en data.

Copyright © 2024 SEO Amsterdam.

Alle rechten voorbehouden. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen, onderzoeken en collegesyllabi, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld. Gegevens uit dit rapport mogen niet voor commerciële doeleinden gebruikt worden zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s). Toestemming kan worden verkregen via secretariaat@seo.nl.

Roetersstraat 29
1018 WB Amsterdam

+31 20 399 1255
secretariaat@seo.nl
www.seo.nl