

ARBEIDSBESPARENDE INNOVATIES IN DE ENERGIETRANSITIE

ONDERZOEK NAAR DE GEVOLGEN VAN INNOVATIES OP DE
ARBEIDSVRAAG IN DE ENERGIETRANSITIE

OVERKOEPELEND RAPPORT

seo • economisch onderzoek

AUTEURS

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

IN OPDRACHT VAN

TOPSECTOR ENERGIE

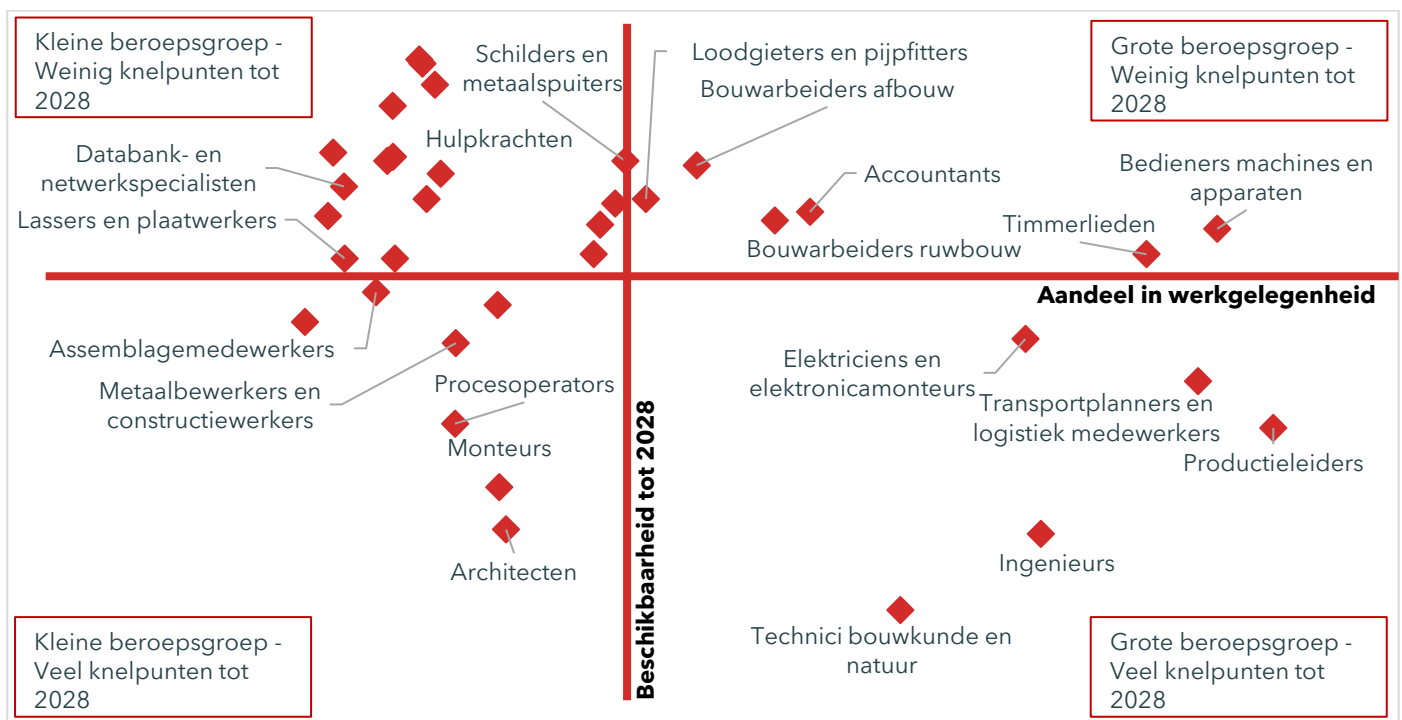
AMSTERDAM, APRIL 2024

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 ontstaat aan de vraagzijde door de behoefte aan vervanging van vertrekkend personeel, vooral vanwege pensionering. Er is ook een uitbreidingsvraag naar personeel vanwege extra werk door de energietransitie, waarbij de schatting van TNO varieert van 39 tot 72 duizend extra banen tot 2030. Aan de aanbodzijde ontstaat krapte omdat er beperkte vervanging beschikbaar is vanuit opleidingen. De instroom vanuit technische opleidingen is ontoereikend om in de toenemende arbeidsvraag te voorzien. De grootste knelpunten zijn tot 2028 te verwachten bij ingenieurs, technici bouwkunde en natuur, productieleiders, transportplanners en (elektronica)monteurs. Daarentegen zijn vraag en aanbod beter in balans voor andere omvangrijke beroepsgroepen, zoals bedieners van machines en apparaten, timmerlieden en accountants.

Figuur S.1 De grootste knelpunten in de personeelsvoorziening zijn te verwachten bij ingenieurs en technici



Bron: CBS Microdata, EBB, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)¹

¹ De horizontale as laat het aandeel dat een beroep inneemt in de werkgelegenheid zien, ten opzichte van het gemiddelde aandeel dat een beroep inneemt in de werkgelegenheid (afwijking in procentpunt). Hieruit blijkt in hoeverre beroepen op dit moment onder- of bovengemiddeld van belang zijn voor de sector. De verticale as laat de hoogte van de Indicator Toekomstige Knelpunten in de Personeelsvoorziening naar Beroep (ITKB) van ROA zien, ten

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 technologie is de introductie van de *slimme meter* waardoor minder handmatige meteropnames nodig zijn. Bovendien worden fouten door menselijk handelen voorkomen. Door de ontwikkeling en implementatie van arbeidsbesparende innovaties kunnen werkgevers hun doelen in de energietransitie realiseren met minder arbeidsinzet. Vooral in arbeidsintensieve sectoren kan dit uitkomst bieden, zoals bij (af)bouwwerkzaamheden als metselen, stuken, schilderen, monteren en installeren.

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 de nadruk op innovaties die een bijdrage leveren aan de energietransitie in de Industrie, Gebouwde omgeving en Energiesector. 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 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). Tot slot is een enquête uitgezet onder 4.000 werkgevers die actief zijn in de Industrie, Gebouwde omgeving en Energiesector. De enquête biedt inzicht in welke mate werkgevers, buiten de gesubsidieerde projecten om, bezig zijn met het ontwikkelen en implementeren van arbeidsbesparende innovaties. In totaal hebben 198 werkgevers de enquête volledig ingevuld (5 procent).

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. Bij slechts 20 procent van de gesubsidieerde innovaties is sprake van arbeidsbesparingen in het kader van de energietransitie. Voor de overige innovaties geldt dat ze de arbeidsvraag verder aanwakkeren (50 procent) of weinig impact hebben op de arbeidsvraag (25 procent). Een logische verklaring is dat de ontwikkeling van nieuwe duurzame producten en technologieën een intensievere arbeidsinzet vereist dan traditionele, minder duurzame productie. Vrijwel alle gesubsidieerde innovaties verwachten vóór 2030 tot implementatie te komen. Na

opzichte van de gemiddelde hoogte van de indicator van een beroepsgroep in Nederland. Naarmate de waarde lager ligt, zijn de verwachte knelpunten 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.

implementatie verwachten de innovatie-ontwikkelaars een groter beroep te moeten doen op beroepsgroepen als engineers, operators, elektronica (monteurs) en machinebedieners, waar nu al veel vraag naar is en waarbij de knelpunten naar verwachting groot blijven (m.u.v. machinebedieners). Het huidige subsidie-instrumentarium bevordert dus slechts in beperkte mate arbeidsbesparende innovaties in de energietransitie.

Gesubsidieerde innovaties veranderen de vraag naar skills. Soft skills die complementair zijn aan de technologie winnen aan belang, waaronder aanpassingsvermogen, veiligheidsbewustzijn en verantwoordelijkheidsgevoel. Werknemers dienen adequaat te kunnen inspelen op beperkingen van technologieën, zoals een gebrek aan bewustzijn. Daarnaast krijgen zij meer verantwoordelijkheden doordat technologieën eenvoudige werktaken (gedeeltelijk) overnemen. Verder krijgen hard skills die nodig zijn om te kunnen werken met de nieuwe technologieën steeds meer gewicht, zoals kennis van robots en data- en computervaardigheden. Daarentegen neemt het belang van probleemoplossend vermogen af doordat nieuwe technologieën steeds beter in staat zijn zelf problemen te detecteren en op te lossen. Daarmee vormen de innovaties een oplossing voor het bestaande tekort aan probleemoplossend vermogen. Tegelijkertijd doen ze een groter beroep op andere skills die nu al schaars zijn, bijvoorbeeld als het gaat om aanpassingsvermogen en computervaardigheden.

Kansen zijn er wel degelijk. Een toename van de arbeidsproductiviteit draagt bij aan het verminderen van de benodigde arbeidsinzet in de voor de energietransitie relevante sectoren. De volgens de TNO-raming benodigde 39 tot 72 duizend extra banen voor de energietransitie zouden in theorie al met een 4 tot 8 procent hogere arbeidsproductiviteit in de relevante sectoren vrijgespeeld kunnen worden (ceteris paribus). Verder bestaat het werk in de energietransitie nog veel uit routinematige taken die in de regel eenvoudiger te vervangen zouden moeten zijn door arbeidsbesparende technologieën. Het vervangen van alle routinematige taken door technologie zou op z'n minst 300 duizend voltijdequivalenten aan arbeidsinzet kunnen besparen. Het volledig vervangen van routinematige taken door technologie is op korte termijn niet te realiseren, maar de som geeft wel de potentie van arbeidsbesparende technologieën aan. Veel werkgevers zijn dan ook buiten de gesubsidieerde projecten om al bezig met het ontwikkelen en implementeren van arbeidsbesparende innovaties. In de relevante sectoren voor de energietransitie gaat het om de helft van de ge-enquêteerde werkgevers. Een aanzienlijk deel van hen is bezig met het ontwikkelen van technologieën die ook andere werkgevers in de toekomst kunnen toepassen. Daarmee zijn de technologieën breder toepasbaar, schaalbaar en vinden er mogelijke positieve kennis *spillovers* plaats als het gaat om het bevorderen van technologiediffusie en het verhogen van de productiviteit. Dat kan een reden zijn voor de overheid om deze werkgevers gericht te ondersteunen.

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.

Daarnaast 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 ervaren belemmeringen in de wet- en regelgeving, vergunningsprocedures en elektriciteitsinfrastructuur. Het vereist daarom gecoördineerde beleidsinspanningen om een omgeving te creëren die arbeidsbesparende innovatie bevordert.

Tot slot kunnen ook systeemkeuzes in het energiebeleid bijdragen aan het verminderen van de arbeidsinzet in de energietransitie. Momenteel wordt de arbeidsmarkt nog vaak beschouwd als iets dat zich aanpast aan systeemkeuzes, terwijl de ervaring leert dat deze aanpassing beperkingen kent. Daarom is het belangrijk om expliciet rekening te houden met de schaarste aan arbeid bij het maken van systeemkeuzes. Bij de verduurzaming van het bedrijfsleven kan de overheid bijvoorbeeld meer inzetten op beprijzing van uitstoot en het opleggen van normen aan het bedrijfsleven, en minder op subsidies voor de implementatie van groene technologieën. Dergelijke keuzes hebben een remmende werking op de arbeidsvraag terwijl ze bedrijven eveneens aansporen om hun activiteiten te verduurzamen. Verder zou bij het bepalen van de gewenste toekomstige energiemix meer rekening gehouden kunnen worden met de arbeidsintensiviteit van energieoplossingen. Door de schaarste aan arbeidskrachten sterker mee te wegen in systeemkeuzes, kan de arbeidsinzet in de energietransitie worden beperkt.

Inhoudsopgave

Samenvatting		i	
1	Inleiding en probleemstelling	1	
	1.1	Probleemstelling	2
	1.2	Onderzoeksaanpak	3
	1.3	Leeswijzer	4
2	De arbeidsmarkt en de energietransitie	5	
	2.1	Arbeidsmarktkrapte in sectoren	5
	2.2	Arbeidsmarktkrapte in beroepen	7
	2.3	Arbeidsbesparend potentieel van arbeidsproductiviteitsgroei	10
	2.4	Technologische ontwikkelingen	13
	2.5	Technologische ontwikkelingen en werktaken	14
3	Conceptueel kader arbeidsbesparing door innovaties	18	
4	Arbeidsbesparing en gesubsidieerde innovaties	21	
	4.1	Gevolgen innovaties voor de vraag naar arbeid	21
	4.2	Arbeidsbesparende innovaties in ontwikkeling	25
	4.3	Verandering in belang skills door innovaties	26
5	Belemmeringen en kansen	29	
	5.1	Belemmeringen van innovatie-ontwikkelaars	29
	5.2	Kansen bij werkgevers	31
6	Mogelijkheden voor beleid	33	
	6.1	De rol van de overheid bij innovaties	33
	6.2	Handelingsperspectieven voor innovatiebeleid	34
	6.3	Randvoorwaardelijk beleid voor innovaties	36
	6.4	Afwegingen voor energiebeleid op systeemniveau	37
Referenties		39	
Bijlage A	Verdiepende informatie	40	
Bijlage B	Afbakening sector	45	

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 voor de Industrie, Gebouwde omgeving en Energiesector.

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.²

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 arbeidsmarktcrachte. 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.³

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 in de energiesector is het gebruik van inspectiedrones bij windturbines. Hierdoor hoeven windturbinemonteurs niet langer de oversteek te maken om windturbines te inspecteren, waardoor zij hun werk efficiënter kunnen uitvoeren. Bovendien wordt zo zwaar en gevaarlijk werk uitgevoerd door mensen voorkomen, waardoor zij langer inzetbaar blijven. In de Industrie gaat het bijvoorbeeld om de introductie van 3D-printers die autonoom werken nadat het ontwerp is ingevoerd. Dit in

² Het TNO-rapport is [hier](#) te vinden.

³ Zie bijvoorbeeld het recente [SER-advies](#) over arbeidsmarktcrachte, waarin naast arbeidsaanbodbeleid ook nadrukkelijk wordt gewezen op de mogelijkheden om de vraagzijde te analyseren.

tegenstelling tot traditionele productiemethoden waarbij meerdere stappen, handelingen en arbeidskrachten nodig zijn. Ook in de Gebouwde omgeving vinden arbeidsbesparende innovaties plaats. Een bekend voorbeeld is het gebruik van slimme meters die gegevens over het elektriciteitsverbruik automatisch verzenden, waardoor de noodzaak van handmatige meteruitlezing verdwijnt, fouten worden voorkomen en arbeidsuren worden bespaard.

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 nadruk op innovaties die een bijdrage leveren aan de energietransitie in de Industrie, Gebouwde omgeving en Energiesector (zie Bijlage B voor een afbakening). Uiteraard hebben alle sectoren een rol in de energietransitie. De keuze voor deze sectoren komt echter voort uit de missies van het topsectoren- en innovatiebeleid, zoals vastgelegd in de Meerjarige Missiegedreven Innovatieprogramma's (MMIP):

- Missie A: Een volledig CO₂-vrij elektriciteitssysteem in 2050 (Energiesector)
- Missie B: Een CO₂-vrije gebouwde omgeving in 2050 (Gebouwde Omgeving)
- Missie C: In 2050 zijn grondstoffen, producten en processen in de Industrie netto klimaatneutraal en voor ten minste 80 procent circulair (Industrie)

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)

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
Wat is de arbeidsproductiviteit van sectoren die werken aan de energietransitie?	Hoofdstuk 2
Welke arbeidsbesparende innovaties zijn in ontwikkeling?	Hoofdstuk 4
Welke arbeidsbesparing kan worden gerealiseerd?	Hoofdstuk 4
Wat zijn de meest arbeidsintensieve activiteiten en worden deze vervangen door de hiervoor onderzochte innovaties (beoogd of in ontwikkeling zijnde)?	Hoofdstuk 4
Aan welke expertise en skills is het grootste tekort?	Hoofdstuk 4
Leveren de onderzochte innovaties een bijdrage aan arbeidsbesparing waarbij deze expertise en skills nodig zijn of doen zij er juist een groter beroep op?	Hoofdstuk 4
Om welke expertise en skills gaat het?	Hoofdstuk 4
Welke belemmeringen zijn er, naast de beschikbare arbeidscapaciteit, bij het uitrollen van deze innovaties en hoe kunnen deze worden weggenomen?	Hoofdstuk 5
Welke beleidskeuzes dragen bij aan arbeidsbesparingen in de energietransitie?	Hoofdstuk 6

1.2 Onderzoeksaanpak

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen hebben we eerst de ontwikkelingen in arbeidsvraag en -aanbod geanalyseerd. Hiervoor hebben we deskresearch uitgevoerd waarin beleidsonderzoek, sectorstudies en ambtelijke documentatie zijn betrokken. Ook hebben we kwantitatieve databronnen ten aanzien van de vraag naar en het aanbod van arbeid geanalyseerd. Hierbij gaat het om gegevens over werkgelegenheid, vacatures, arbeidsproductiviteit en arbeidsmobiliteit afkomstig uit de CBS Microdata, CBS StatLine en UWV-dashboards. Daarnaast hebben we, met aanvullende openbare data, een prognose opgesteld van de krapte in beroepen met het oog op het realiseren van een duurzaam energiesysteem. Tot slot hebben we 20 interviews afgenomen met wetenschappers, werkgevers, innovatie-ontwikkelaars en sectorvertegenwoordigers.

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 die gezamenlijk ongeveer euro 2 miljard aan subsidies hebben ontvangen. Van deze groep hebben 327 innovatie-ontwikkelaars de enquête ingevuld, wat gelijk is aan een responspercentage van 25 procent. Deze groep innovatie-ontwikkelaars heeft in totaal 648 miljoen euro aan subsidie ontvangen. Dat is 32 procent van het totale verstrekte subsidiebedrag. 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.

Tot slot hebben we een online enquête uitgezet onder werkgevers in sectoren die relevant zijn voor de energietransitie. In totaal zijn er 13.601 werkgevers actief in de Industrie, Gebouwde omgeving en Energiesector. Van deze groep hebben we een willekeurige steekproef van 4.000 werkgevers benaderd per post, waarvan uiteindelijk 198 werkgevers de enquête hebben ingevuld (responspercentage van 5 procent). Het veldwerk vond plaats tussen november 2023 en februari 2024.⁴ De enquête biedt inzicht in welke mate werkgevers, buiten de gesubsidieerde projecten om, bezig zijn met het ontwikkelen en implementeren van arbeidsbesparende innovaties. Door het lage responspercentage zijn de resultaten uit dit onderdeel van het onderzoek met relatief veel onzekerheid omgeven.

1.3 Leeswijzer

De structuur van dit rapport is als volgt. Hoofdstuk 2 biedt een overzicht van ontwikkelingen op het gebied van arbeidsvraag- en aanbod binnen sectoren die relevant zijn voor de energietransitie. Hierbij besteden we aandacht aan zowel de algemene ontwikkelingen in de sectoren als geheel, als aan specifieke knelpunten binnen bepaalde beroepsgroepen. 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 innovatie. Tot slot sluit Hoofdstuk 6 af met handelingsperspectieven voor de overheid.

Dit overkoepelende rapport schetst een algemeen beeld van de impact van innovaties op de arbeidsvraag. Voor gedetailleerde sectorinformatie hebben we afzonderlijke sectorrapporten opgesteld voor de Energie, Industrie en Gebouwde Omgeving. Deze sectorrapporten bevatten niet alleen informatie over sectorale ontwikkelingen, maar geven ook een overzicht van arbeidsbesparende innovaties binnen deze afzonderlijke sectoren.

⁴ Na de initiële uitnodiging is een herinneringsbrief verzonden naar werkgevers die de enquête nog niet hadden ingevuld. Vervolgens zijn werkgevers telefonisch benaderd met het verzoek om de enquête in te vullen.

2 De arbeidsmarkt en de energietransitie

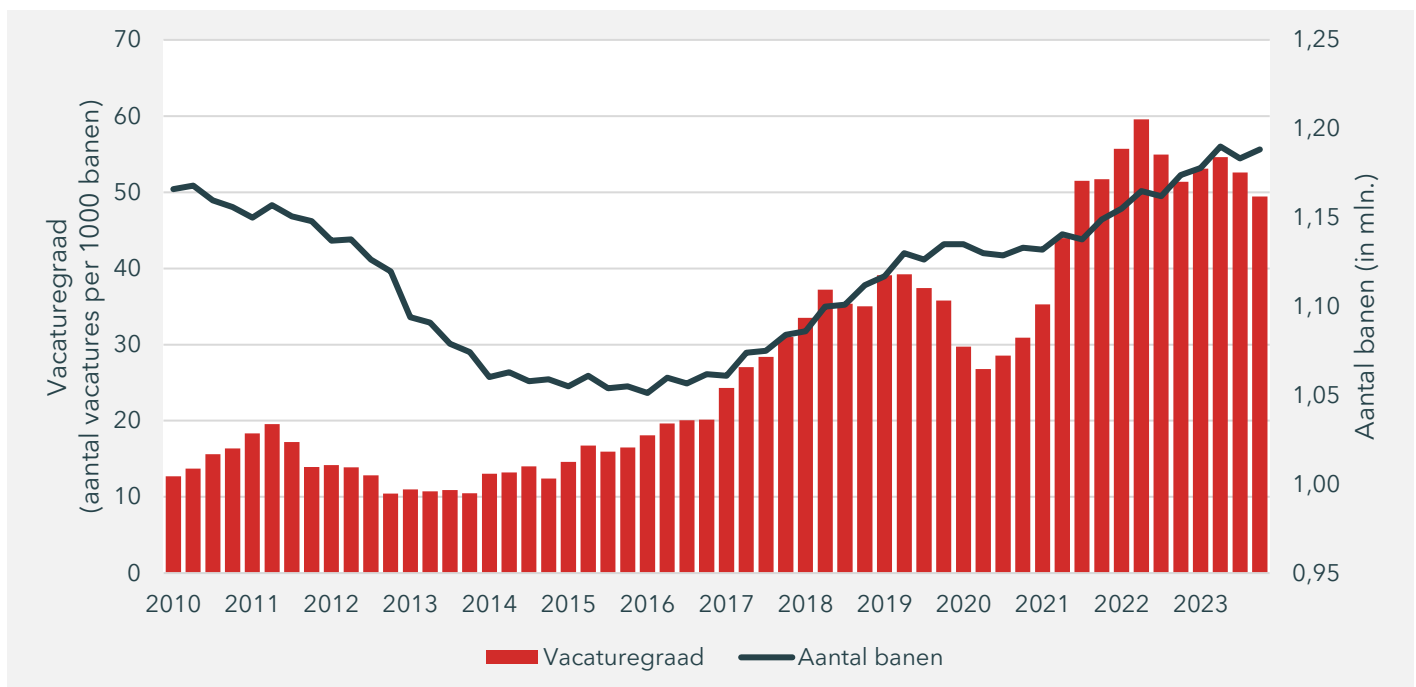
Mede door de energietransitie blijft de arbeidsmarktkrapte de komende jaren groot. Qua beroepen gaat het met name om krapte onder ingenieurs, technici, productieleiders en elektriciens.

Dit hoofdstuk bevat een overzicht van de ontwikkelingen op het terrein van arbeidsvraag en -aanbod. Hierbij is aandacht voor ontwikkelingen in de sector als geheel, maar ook voor knelpunten bij specifieke beroepsgroepen.

2.1 Arbeidsmarktkrapte in sectoren

Er is sprake van arbeidsmarktkrapte in relevante sectoren voor de energietransitie. Dat houdt in dat het arbeidsaanbod moeite heeft om aan de vraag te voldoen, wat zich onder meer uit in een hoog aantal vacatures. Figuur 2.1 laat zien dat het aantal vacatures per 1.000 banen (de vacaturegraad) is toegenomen van zo'n 13 vacatures in 2010 tot 49 vacatures in 2023, wat meer dan een verdriedubbeling inhoudt. Tegelijkertijd neemt de werkgelegenheid in de relevante sectoren steeds verder toe, onder meer door de aantrekkende economie en door de energietransitie. Het totaal aantal banen in de sectoren industrie, gebouwde omgeving en energie is de afgelopen jaren toegenomen tot bijna 1,2 miljoen. De laatste jaren zien we wel een afvlakking van de vacaturegraad, alhoewel het niveau historisch gezien nog steeds relatief hoog is.

Figuur 2.1 De vacaturegraad en het aantal banen in de sectoren industrie, gebouwde omgeving en energie zijn sinds 2013 sterk gestegen, met een korte onderbreking in 2020 wegens de coronapandemie



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

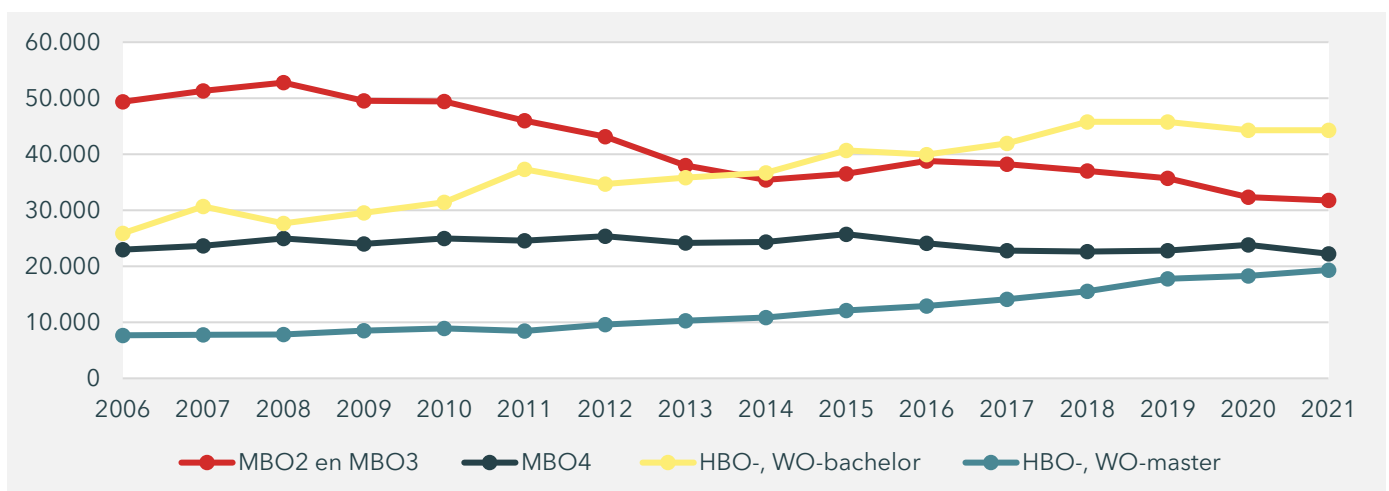
Noot: De figuur geeft de vacaturegraad en het aantal banen weer in de industrie-, bouw- en energiesector.

De arbeidsmarktkrapte ontstaat aan de vraagkant omdat werkgevers behoefte hebben aan vervanging voor vertrekkend personeel. Ieder jaar verlaat een fors aantal werknemers de sector door pensionering, uitstroom naar uitkeringen en doordat werknemers voor zichzelf gaan beginnen (zie Figuur A.1-A.3). Voor deze werknemers moeten werkgevers op korte termijn vervanging vinden en kan pas op langere termijn de vraag worden aangepast. In de komende jaren is de verwachting dat de vervangingsvraag toeneemt. Het personeelsbestand in de relevante sectoren bestaat voor een steeds groter deel uit oudere werknemers. Dit gaat in de komende jaren vermoedelijk leiden tot een grotere vervangingsvraag door uitstroom. Werknemers die nu 60 jaar of ouder zijn, bereiken in de komende jaren immers de pensioengerechtigde leeftijd. Dat betekent dat de druk op de sector om personeel te behouden, aan te trekken of op te leiden verder toeneemt.

De relevante sectoren hebben tevens te maken met een uitbreidingsvraag naar personeel in het kader van de energietransitie. De energietransitie heeft gevolgen voor de arbeidsvraag. Verschillende kennisorganisaties hebben een beeld proberen te schetsen van de omvang van deze uitbreidingsvraag. TNO (2019) schat in dat er zo'n 39 tot 72 duizend voltijdsequivalenten nodig zijn aan extra werkgelegenheid tot en met 2030 om de energietransitie te volbrengen. Ecorys (2021) raamt rond de 28 duizend extra banen als gevolg van het Klimaatakkoord. Daarbij past wel de kanttekening dat door klimaatbeleid ook banen verloren gaan (bijv. in delen van de economie die zich richten op het opwekken of verwerken van fossiele brandstoffen). Het gaat hier dus niet om netto, maar om bruto baancreatie. Het is goed mogelijk dat sectoren een krimp doormaken, waardoor er werkenden vrijkomen voor werk in het kader van de energietransitie. Zo raamt ROA (2023) de komende jaren een krimp in de werkgelegenheid in de industrie- en energiesector, en een groei in de bouwsector.

Arbeidsmarktkrapte ontstaat aan de aanbodkant omdat er beperkt vervanging beschikbaar is vanuit opleidingen. Zo blijkt de instroom vanuit opleidingen onvoldoende te zijn om de uitstroom te compenseren (zie Figuur A.1-A.3). Ook komt het benutten van niet-werkenden maar moeizaam tot stand. Meer werknemers verlaten de sector richting een uitkeringssituatie dan dat de sector in staat is om uitkeringsgerechtigden aan te trekken. Voornamelijk in de nasleep van de economische crisis (2011-2014) zijn veel werknemers beland in een werkloosheidsuitkering, vooral in de bouwsector. De laatste jaren daalt de uitstroom naar een uitkering wel weer.

Figuur 2.2 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.

Ook in de komende jaren is de verwachting dat het aanbod vanuit opleidingen onvoldoende toeneemt om in de vervangings- en uitbreidingsvraag vanuit werkgevers te voorzien. Veel werkenden die een rol hebben in de energietransitie zijn afkomstig uit technische opleidingen. De instroom in technische opleidingen is echter beperkt (zie Figuur 2.2). 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 juist naar hen op dit moment veel vraag is.

Werkgevers zijn meer gebruik gaan maken van andere groepen op de arbeidsmarkt door de beperkte beschikbaarheid van technisch opgeleiden. Zo zijn werkgevers de laatste jaren meer zij-instromers gaan aantrekken uit andere sectoren (zie Figuur A.1-A.3). Deze zij-instromers zijn vooral afkomstig uit sectoren als de zakelijke dienstverlening, handel en vervoer en opslag. Ook tussen de industrie, bouw- en energiesector vindt er veel mobiliteit plaats. Werkgevers kunnen zij-instromers via om- en bijscholing klaarstomen voor een baan in de eigen sector. Op diverse plekken wordt al hard gewerkt om moeilijk vervulbare vacatures in de energietransitie te voorkomen, waardoor een groeiend aantal mensen werk vindt in banen die onderdeel zijn van de energietransitie.⁵

2.2 Arbeidsmarktkrapte in beroepen

De arbeidsvraag concentreert zich qua beroepen momenteel vooral bij productieleders, machinebedieners transportplanners, timmerlieden en engineers. De werkgelegenheid is voor deze beroepsgroepen het hoogst (zie Tabel 2.1). Dit zijn ook beroepen waar relatief veel vacatures voor openstaan: voor productieleders en timmerlieden staan zo'n 4 duizend vacatures open (december 2023), voor ingenieurs zo'n 11 duizend en voor machinebedieners zo'n 12 duizend. Alleen voor transportplanners en logistiek medewerkers staan relatief weinig vacatures open. De vacatures bevinden zich voornamelijk in sectoren die relevant zijn voor de energietransitie en die met elkaar concurreren om deze vakkrachten.

Er is in de periode 2023-2028 vooral aandacht nodig voor krapte onder ingenieurs, productieleders, technici en elektriciens. Dit zijn beroepen die om een relatief groot aandeel van de totale werkgelegenheid innemen en de arbeidsvraag voor een belangrijk deel bepalen. Tegelijkertijd zijn het beroepen waarvan werkgevers in de periode 2023-2028 naar verwachting relatief veel moeite ondervinden om geschikt personeel te vinden (zie Figuur 2.3). Daarom geldt specifiek voor deze beroepen dat er grote risico's zijn in de personeelsvoorziening voor de komende jaren. Vraag en aanbod is tot 2028 beter in balans voor andere beroepen, zoals bouwarbeiders, software- en applicatieontwikkelaars, schilders en loodgieters (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. In het kennisdossier 'veranderende rollen in de gebouwde omgeving door de energietransitie' worden bijvoorbeeld energiemakelaars, warmteservice-providers en congestiemanagers genoemd als potentiële nieuwe beroepen. Ook het beschikbare en passend aanbod voor deze nieuwe beroepen kan zorgen voor knelpunten in de personeelsvoorziening.

⁵ Zie bijvoorbeeld het rapport van de SER (2018) 'Energietransitie en de werkgelegenheid'.

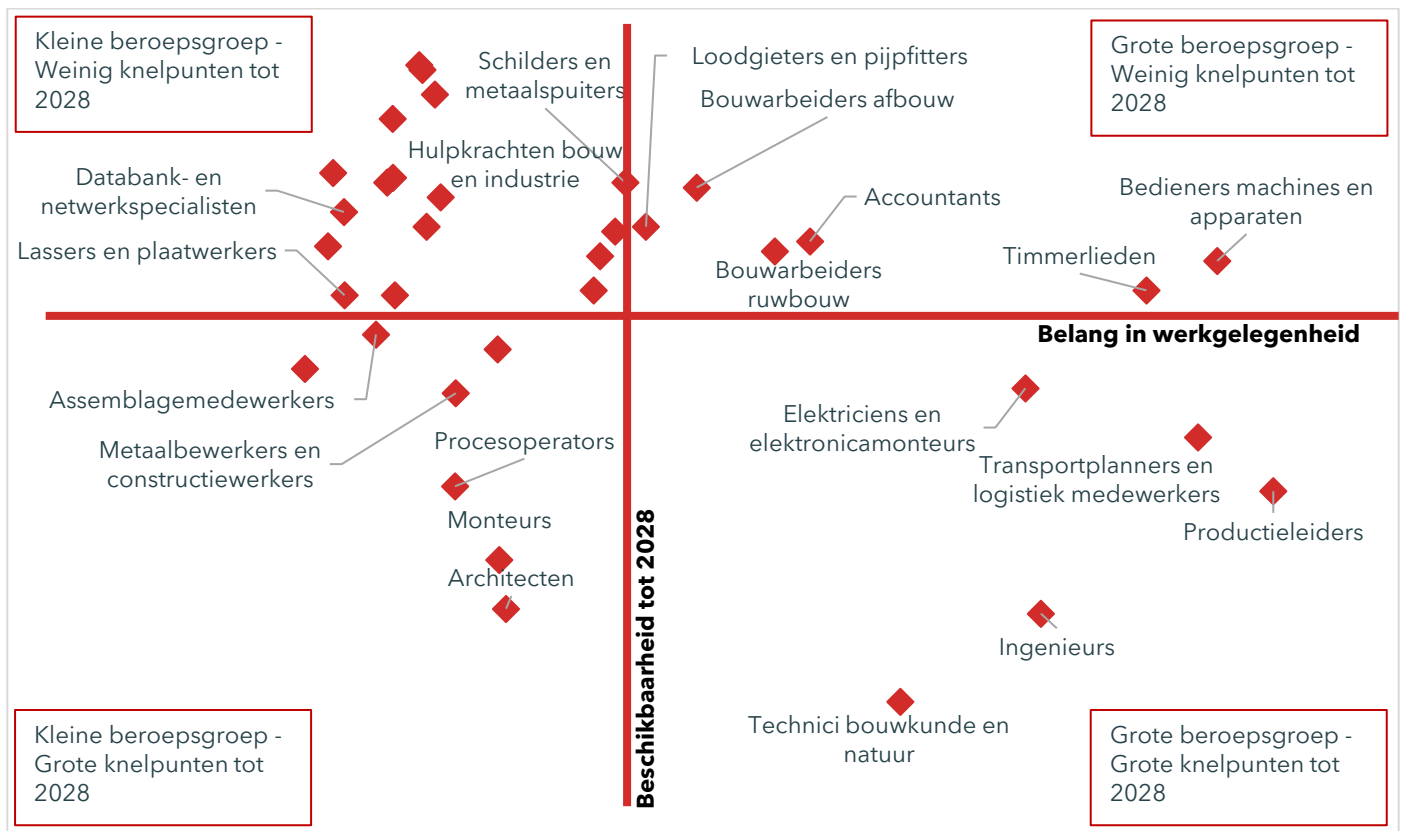
Tabel 2.1 De grootste beroepsgroepen zijn productieiders, machinebedieners en transportplanners

Beroepsgroep	Werkgelegenheid (personen)	Werkgelegenheid (fte)	% werkgelegenheid (fte)	Knelpunt 2023-2028
	Relevante sectoren	Relevante sectoren	Relevante sectoren	NL
Productieiders	114.452	110.845	7%	groot
Bedieners machines en apparaten	114.915	104.830	6%	vrijwel geen
Transportplanners en logistiek medewerkers	109.623	102.775	6%	groot
Timmerlieden	101.512	97.242	6%	enige
Ingenieurs	89.387	85.924	5%	groot
Elektriciens en electronicamonteurs	88.629	84.259	5%	groot
Technici bouwkunde en natuur	76.165	70.861	4%	groot
Accountants	76.648	61.163	4%	vrijwel geen
Bouwarbeiders ruwbouw	61.780	57.395	4%	vrijwel geen
Bouwarbeiders afbouw	51.924	49.022	3%	vrijwel geen
Loodgieters en pijpfitters	45.693	43.589	3%	vrijwel geen
Schilders en metaalspuiters	47.119	41.363	3%	geen
Vertegenwoordigers en inkopers	42.160	40.282	2%	vrijwel geen
Bedrijfskundigen en organisatieadviseurs	40.050	37.977	2%	vrijwel geen
Software- en applicatieontwikkelaars	39.721	38.678	2%	vrijwel geen
Bedrijfskundigen en organisatieadviseurs	40.050	37.977	2%	vrijwel geen
Architecten	31.258	28.587	2%	groot
Monteurs	29.929	27.865	2%	groot
Administratief medewerkers	37.659	27.682	2%	enige
Metaalbewerkers en constructiewerkers	25.128	23.196	1%	groot
Procesoperators	25.630	23.111	1%	groot
Hulpkrachten bouw en industrie	28.393	21.579	1%	vrijwel geen
Laders, lossers en vakkenvullers	23.100	19.269	1%	geen
Assemblagemedewerkers	15.780	14.632	1%	enige
Lassers en plaatwerkers	11.772	11.262	1%	enige
Databank- en netwerkspecialisten	11.892	11.198	1%	vrijwel geen
Vrachtwagenchauffeurs	10.672	10.045	1%	geen
Productcontroleurs	11.175	9.480	1%	vrijwel geen

Bron: CBS Microdata, EBB, UWV en ROA, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)⁶

⁶ Gegevens over de werkgelegenheid zijn afkomstig uit de Enquête Beroepsbevolking en hebben betrekking op de werkgelegenheid in 2022. Door gebruik te maken van ophooggewichten, kunnen we een representatief beeld geven

Figuur 2.3 De grootste knelpunten liggen bij ingenieurs, technici, productieiders, elektronicamonteurs en elektriciens



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

Noot: De horizontale as laat het aandeel dat een beroep inneemt in de werkgelegenheid zien, ten opzichte van het gemiddelde aandeel dat een beroep inneemt in de werkgelegenheid (afwijking in procentpunt). Hieruit blijkt in hoeverre beroepen op dit moment onder- of bovengemiddeld van belang zijn voor de sector. De verticale as laat de hoogte van de Indicator Toekomstige Knelpunten in de Personeelsvoorziening naar Beroep (ITKB) zien, ten opzichte van de gemiddelde hoogte van de indicator van een beroepsgroep in Nederland. Naarmate de waarde lager ligt, zijn de verwachte knelpunten groter. De waarde ligt tussen de 0 en 1 en reflecteert de verwachte spanning naar beroep.

van de totale werkgelegenheid in de relevante sectoren. De werkgelegenheid in voltijdequivalenten (fte) is berekend door de deeltijdfactor voor iedere werkende te berekenen, en vervolgens de deeltijdfactor voor alle werkenden te sommeren. De afbakening van de sectoren is weergegeven in Bijlage B. De vacaturegegevens zijn afkomstig uit het UWV-dashboard en hebben betrekking op december 2023. De knelpunten in de periode 2023-2028 zijn bepaald op basis van de ITKB-indicator van ROA (2023).

2.3 Arbeidsbesparend potentieel van arbeidsproductiviteitsgroei

Groei van de arbeidsproductiviteit kan uitkomst bieden voor het bij de arbeidsvraag achterblijvende arbeidsaanbod. Gegeven de toenemende vervangingsvraag door vergrijzing, de toenemende uitbreidingsvraag door de verschillende maatschappelijke opgaven en de moeizame weg om meer jongeren te interesseren voor de techniek, zal een deel van de krapte moeten worden opgelost door het verminderen van de vraag naar arbeid. De arbeidsvraag neemt onder andere af door een groei van de arbeidsproductiviteit. Door de arbeidsproductiviteit te verhogen, kunnen bedrijven dezelfde hoeveelheid werk uitvoeren met minder arbeidskrachten of meer werk met hetzelfde aantal werknemers. Zeker gezien de beperkingen in de mogelijkheden om het arbeidsaanbod te stimuleren, is de groei van de arbeidsproductiviteit van belang om de energietransitie te realiseren.

De arbeidsproductiviteit verschilt tussen de voor de energietransitie relevante sectoren. Een bekende maatstaf voor het meten van arbeidsproductiviteit en arbeidsintensiviteit is de bruto toegevoegde waarde per baan of per gewerkt uur (zie Box 2.1). Dit is ook de maatstaf die in dit rapport gehanteerd wordt. Wanneer we deze maatstaf gebruiken, zijn bouwwerkzaamheden in vergelijking met industriële productie en de productie van energie relatief arbeidsintensief. Dit betekent dat er per baan relatief weinig economische toegevoegde waarde gecreëerd wordt (Figuur 2.4). Het is belangrijk om hierbij te zeggen dat dit overzicht er anders uit kan zien als we naar de totale maatschappelijke toegevoegde waarde van de werkzaamheden kijken, waarin ook andere maatschappelijke kosten en baten meegenomen zijn. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de ervaren overlast van windparken, het woonplezier dat mensen ervaren in gerenoveerde woningen of de milieuschade van fossiele energieproductie en -verbruik. Naast dat de werkzaamheden voor de energietransitie economische toegevoegde waarde opleveren, is het ook belangrijk om te vermelden dat ze bijdragen aan het behalen van de Nederlandse klimaatdoelstellingen die op Europees niveau zijn vastgesteld.

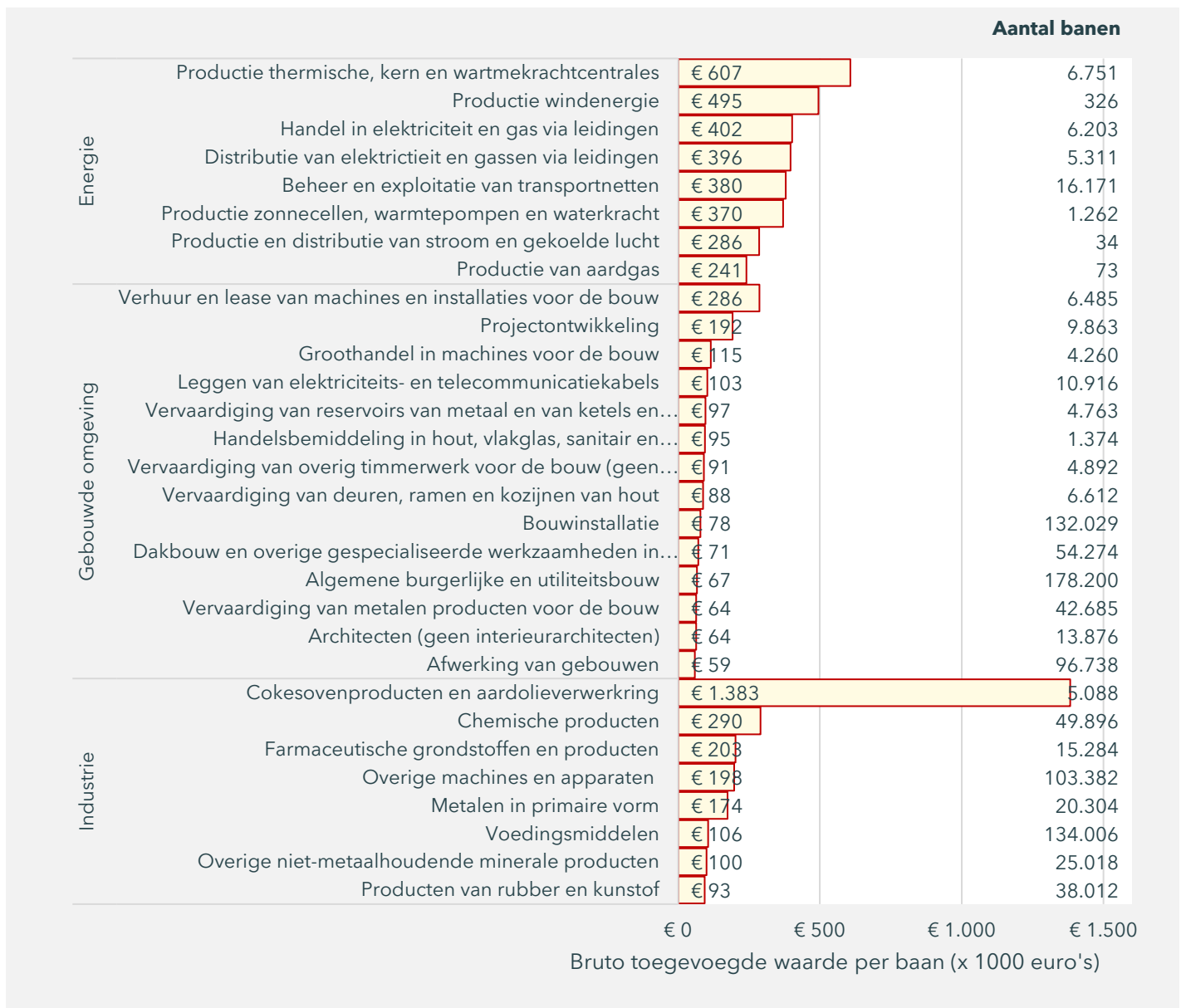
Box 2.1 Bruto toegevoegde waarde per baan als maatstaf voor productiviteit

Een veelgebruikte indicator voor arbeidsproductiviteit is de bruto toegevoegde waarde per baan of per gewerkt uur. De bruto toegevoegde waarde vertegenwoordigt de totale economische waarde die door een bedrijf of sector wordt gegenereerd, exclusief de waarde van ingekochte goederen en diensten. De bruto toegevoegde waarde per baan biedt een indicatie van hoe efficiënt arbeid wordt ingezet om waarde te genereren. Een hogere bruto toegevoegde waarde per baan duidt erop dat een bedrijf meer waarde produceert met dezelfde hoeveelheid arbeid, wat wijst op een hogere arbeidsproductiviteit.

Hoewel deze maatstaf inzicht kan bieden in de efficiëntie van arbeid binnen een specifieke sector, heeft die ook enkele beperkingen bij het vergelijken tussen sectoren en over tijd. Een eerste beperking is dat alleen de economische toegevoegde waarde wordt meegenomen in de maatstaf, terwijl er ook toegevoegde waarde op andere terreinen kan zijn, zoals bijdragen aan het terugdringen van klimaatverandering, milieubescherming, veiligheid, gezondheid en educatie. Het concept arbeidsproductiviteit is mogelijk anders als naar de totale toegevoegde waarde per baan wordt gekeken. Een tweede beperking is dat productieprocessen en -eisen tussen sectoren verschillen. Sommige sectoren zijn meer kapitaalintensief (zoals verhuur van onroerend goed), terwijl andere intrinsiek meer afhankelijk zijn van arbeid (zoals afbouw en architectuur). Hierdoor wordt de gebruikte maatstaf voor arbeidsproductiviteit ook vaak gebruikt als maatstaf voor de arbeidsintensiviteit van een sector. Een andere beperking is dat, wanneer de marktprijzen dalen door een afname van de vraag naar producten en diensten, ook de toegevoegde waarde per baan daalt, terwijl de onderliggende productiviteit van arbeid niet noodzakelijkerwijs afneemt. Dit vormt een beperking in het vergelijken van de arbeidsproductiviteit over de tijd. Echter kan dit ondervangen worden door de arbeidsproductiviteit in reële termen uit te drukken. Dit houdt in dat in een vergelijking van de arbeidsproductiviteit over de tijd wordt gecorrigeerd voor inflatie, waardoor een algemene daling of stijging in marktprijzen beperkt invloed heeft op de ontwikkeling in arbeidsproductiviteit.

Ook binnen sectoren zijn sommige werkzaamheden arbeidsintensiever dan andere werkzaamheden. Wanneer we uitgaan van economische toegevoegde waarde lijkt binnen de Gebouwde omgeving de afwerking van gebouwen het meest arbeidsintensief. Hieronder vallen werkzaamheden zoals metselen, stuken, schilderen, monteren en installeren. Daarentegen valt op dat de arbeidsproductiviteit relatief hoog ligt in de Energiesector. Vooral deelsectoren als de productie van elektriciteit via windenergie en via thermische, kern- en warmtekrachtcentrales creëren relatief veel economische toegevoegde waarde voor het aantal mensen dat werkzaam is in deze deelsectoren. Tot slot valt op dat in delen van de Industrie de productiviteit hoog ligt, zoals bij de productie van cokesovenproducten en aardolieverwerking.

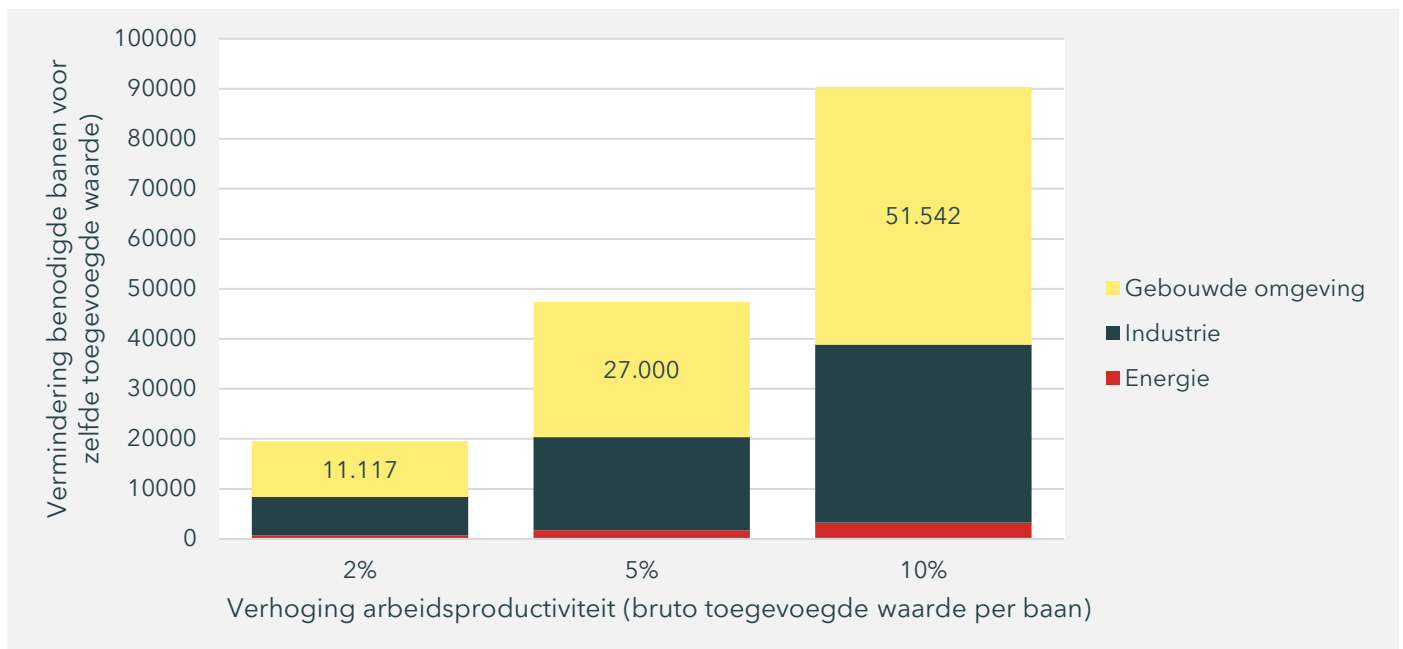
Figuur 2.4 De arbeidsproductiviteit verschilt per sector en type werkzaamheden



Bron: LISA-databestand, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Een toename van de arbeidsproductiviteit draagt bij aan het verminderen van de benodigde arbeidsinzet in sectoren die relevant zijn voor de energietransitie. Eerder hebben we gezien dat door de energietransitie de vraag naar personeel toeneemt. Sectoren kunnen in deze arbeidsvraag voorzien door meer mensen aan te trekken, maar een alternatief is om de productiviteit van zittende werknemers te verhogen. Hierdoor komt in theorie meer productiecapaciteit beschikbaar voor andere werkzaamheden, zoals die binnen de energietransitie. De volgens de TNO-raming benodigde 39 tot 72 duizend extra banen voor de energietransitie zouden in theorie al met een 4 tot 8 procent hogere arbeidsproductiviteit vrijgespeeld kunnen worden. Met de beperkte groei in arbeidsproductiviteit van de afgelopen jaren zal het echter lastig zijn om vóór 2030 een productiviteitsgroei van 8 procent of hoger te realiseren.⁷ Een lagere groei van de arbeidsproductiviteit gaat nog steeds gepaard met besparingen, maar wel in mindere mate. Bij een groei van 2 procent gaat het bijvoorbeeld om ongeveer 20 duizend banen. Hierbij is het ook belangrijk om op te merken dat de extra productiecapaciteit niet direct beschikbaar komt voor de energietransitie. Het vergt op zijn minst aandacht voor omscholing, zijnstroom en matching om de extra productiecapaciteit te kunnen benutten voor de energietransitie.

Figuur 2.5 Een 10 procent hogere arbeidsproductiviteit levert een besparing van zo'n 90 duizend banen op



Bron: LISA-databestand, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)
 Noot: Zie Tabel A.3 voor detailinformatie over de besparingen in deelsectoren.

Er zijn veel kansen mogelijk in de Gebouwde omgeving als er een algehele verhoging van de arbeidsproductiviteit plaatsvindt. Omdat er in de Gebouwde omgeving veel mensen werken en zij, door middel van hun werk, een relatief lage bruto toegevoegde waarde genereren is er, vanuit dit economische perspectief, ook veel arbeidsinzet te besparen bij een algehele verhoging van de arbeidsproductiviteit. Bij een 10 procent hogere arbeidsproductiviteit zijn er bijvoorbeeld 52 duizend minder banen nodig voor de huidige productie. Daarentegen is de Energiesector een relatief kleine sector die een relatief hoge bruto toegevoegde waarde genereert, waardoor

⁷ In de Industrie was de jaarlijkse groei in productiviteit in de periode 2008-2021 1,6 procent, in de Energiesector 1,4 procent en in de Bouw 0,7 procent (zie Van Kesteren et al., 2023). Met deze cijfers gaat het niet lukken om vóór 2030 een cumulatieve groei van 10 procent in arbeidsproductiviteit te realiseren.

hier minder arbeidsinzet voor dezelfde productie kan worden bespaard.⁸ Bij een 10 procent groei gaat het hier om een besparing van 3 duizend banen in de sector zelf. Desalniettemin suggereren de bevindingen in dit onderzoek dat productiviteitsverhogende maatregelen een behoorlijke bijdrage kunnen leveren aan de vermindering van de arbeidsinzet in alle voor de energietransitie relevante sectoren.

2.4 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, zoals Artificiële Intelligentie (AI), 3D-printers en drones, worden in toenemende mate in de energietransitie toegepast. Veel van deze technologieën vergemakkelijken taken van werknemers of nemen deze zelfs volledig over. Hierdoor kunnen ze deels een oplossing vormen voor de arbeidsmarktkrapte binnen de energietransitie. Technologieën die nu al in voor de energietransitie relevante sectoren worden toegepast, zijn bijvoorbeeld:

- **3D-printers:** Met 3D-printers kunnen materiaallagen op elkaar worden gestapeld om driedimensionale objecten te creëren. Ze worden onder andere ingezet in de Gebouwde omgeving, waar ze bouwonderdelen en structuren printen. Het grote voordeel van 3D-geprinte bouwonderdelen is hun aanpasbaarheid aan de specifieke eisen van een project, wat resulteert in perfect passende onderdelen en verkorte bouw tijden. Daarnaast kunnen met 3D-printers complexe geometrische vormen worden gemaakt, die met traditionele bouwmethoden niet gerealiseerd kunnen worden;
- **Drones:** Drones zijn vliegtuigen zonder menselijke piloot aan boord die op afstand worden bestuurd of autonoom kunnen vliegen. Drones zijn uitgerust met sensoren, camera's en andere technologieën om gegevens te verzamelen en taken uit te voeren zonder dat er een piloot ter plaatse nodig is. Drones kunnen bij inspecties van offshore windparken een grote rol gaan spelen. Het gebruik van drones in plaats van werknemers in de offshore windsector maakt het mogelijk om op afstand inspecties uit te voeren. Hierdoor zijn er geen directe veiligheidsrisico's meer, omdat de dronebestuurder op de grond kan blijven. Dit resulteert niet alleen in een efficiëntere inspectie, maar vereist ook minder personeel en vermindert de inspectietijd aanzienlijk;⁹
- **Artificial Intelligence (AI):** AI verwijst naar het vermogen van computersystemen om taken uit te voeren die normaal gesproken menselijke intelligentie vereisen. Dit omvat bijvoorbeeld het vermogen om te leren, te redeneren en problemen op te lossen. AI-algoritmen kunnen enorme hoeveelheden gegevens analyseren, patronen herkennen en beslissingen nemen. In de Industrie kunnen werknemers dankzij AI gemakkelijker patronen en trends in gegevens identificeren. Dit stelt hen in staat het productieproces efficiënter te controleren op kwaliteit en snel afwijkingen te detecteren die bijvoorbeeld kunnen worden veroorzaakt door een defecte machine. Handmatige steekproeven zijn hierdoor niet meer nodig;
- **Virtual Reality (VR) en Augmented Reality (AR):** VR is een computertechnologie die gebruikers in staat stelt om zich te wanen in een gesimuleerde, digitale omgeving. Door middel van een VR-bril kunnen ze in deze omgeving rondkijken, bewegen en interactie hebben met objecten en personages alsof ze fysiek aanwezig zijn op die locatie. In tegenstelling tot VR voegt AR digitale elementen toe aan de echte wereld. Met behulp van AR-brillen, smartphones of tablets kunnen gebruikers hun omgeving zien, maar met toegevoegde virtuele lagen. AR wordt momenteel al in delen van de Gebouwde omgeving toegepast. Zo wordt de technologie

⁸ Hierbij zij wel opgemerkt dat de gehele keten van de energieproductie veel groter is dan de sector zelf. Windenergie op zee bood bijvoorbeeld in 2018 al werkgelegenheid aan zo'n 6 duizend voltijdequivalenten in de directe keten en toeleverende industrie (PWC, 2018). Verder groeit de omvang van duurzame energieopwekking en daarmee (ceteris paribus) de arbeidsvraag naarmate de energietransitie vordert en de energiemix verschuift naar duurzame bronnen, om zo aan de toenemende vraag naar duurzame energie te kunnen voldoen

⁹ Zie bijvoorbeeld ook: [Windturbine-inspecties met autonome drones en digital twin modelling \(tno.nl\)](https://www.tno.nl/nl/onderzoek/energie/windturbine-inspecties-met-autonome-drones-en-digital-twin-modelling)

bijvoorbeeld gebruikt om 3D-bouwplannen op de bouwplaats te projecteren. Hierdoor krijgen werknemers in de bouw een realistisch beeld van het toekomstige gebouw voordat de bouw begint. Dit helpt hen om potentiële problemen vroegtijdig op te sporen en op te lossen, waardoor ze efficiënter kunnen werken en kostbare fouten voorkomen kunnen worden;¹⁰

- **Robots:** Robots worden steeds vaker ingezet op de Nederlandse arbeidsmarkt. Ze kunnen werknemers op verschillende manieren helpen. Zo kunnen ze repetitieve taken automatiseren, waardoor werknemers deze taken niet meer hoeven uitvoeren. Daarnaast kunnen robots werknemers ondersteunen bij hun taken, waardoor het werk bijvoorbeeld veiliger wordt of efficiënter uitgevoerd kan worden. In de Industrie worden robots al op grote schaal ingezet. Ze worden bijvoorbeeld gebruikt voor assemblage- en laswerkzaamheden, het verpakken van producten en voor kwaliteitscontroles.
- **Internet of things (IoT):** IoT draait om het gebruik van met internet verbonden apparaten en sensoren. Deze apparaten verzamelen gegevens zoals temperatuur, druk en trillingen, die vervolgens worden geanalyseerd om processen te optimaliseren, onderhoud te voorspellen en efficiëntie te verbeteren. Door automatisering en real-time monitoring kunnen bedrijven hun productie verbeteren en kosten verlagen. Dit leidt ook tot arbeidsbesparingen in bijvoorbeeld inspectie- en uitleeswerkzaamheden. Een voorbeeld is de introductie van de slimme meter waardoor minder handmatige meteropnames nodig zijn, maar wel nieuwe werktaken op het terrein van data-analyse ontstaan.

2.5 Technologische ontwikkelingen en werktaken

De invloed van technologieën verschilt echter tussen beroepen, omdat beroepen onderling sterk verschillen in de werktaken die werkenden moeten uitvoeren. Dit maakt dat technologie het ene beroep anders beïnvloedt dan het andere beroep. Economen beschouwen beroepen daarom vaak als bundels van werktaken, waarbij ze vaak onderscheid maken tussen vijf verschillende typen werktaken:

Werktaken	Toelichting	Voorbeelden
Fysieke routinematige taken	Taken waarbij lichamelijke inspanning nodig is en waarin vaak dezelfde handelingen terugkomen	Machines bedienen en toezicht houden op processen
Fysieke niet-routinematige taken	Taken waarbij lichamelijke inspanning nodig is en waar weinig herhaling in zit omdat zich vaak nieuwe situaties voordoen	Besturen vervoersmiddelen en repareren machines
Cognitief routinematige taken	Taken die een beroep doen op het denkvermogen en waarin vaak dezelfde handelingen terugkomen	Vergaderingen inplannen en boekhouden
Cognitief niet-routinematige taken	Taken die een beroep doen op het probleemoplossend vermogen en waar weinig herhaling in zit	Onderzoek verrichten en interpreteren regels
Sociale en interactieve taken	Taken waarin contact met andere mensen noodzakelijk is	Aansturen van een team en onderwijzen of presenteren

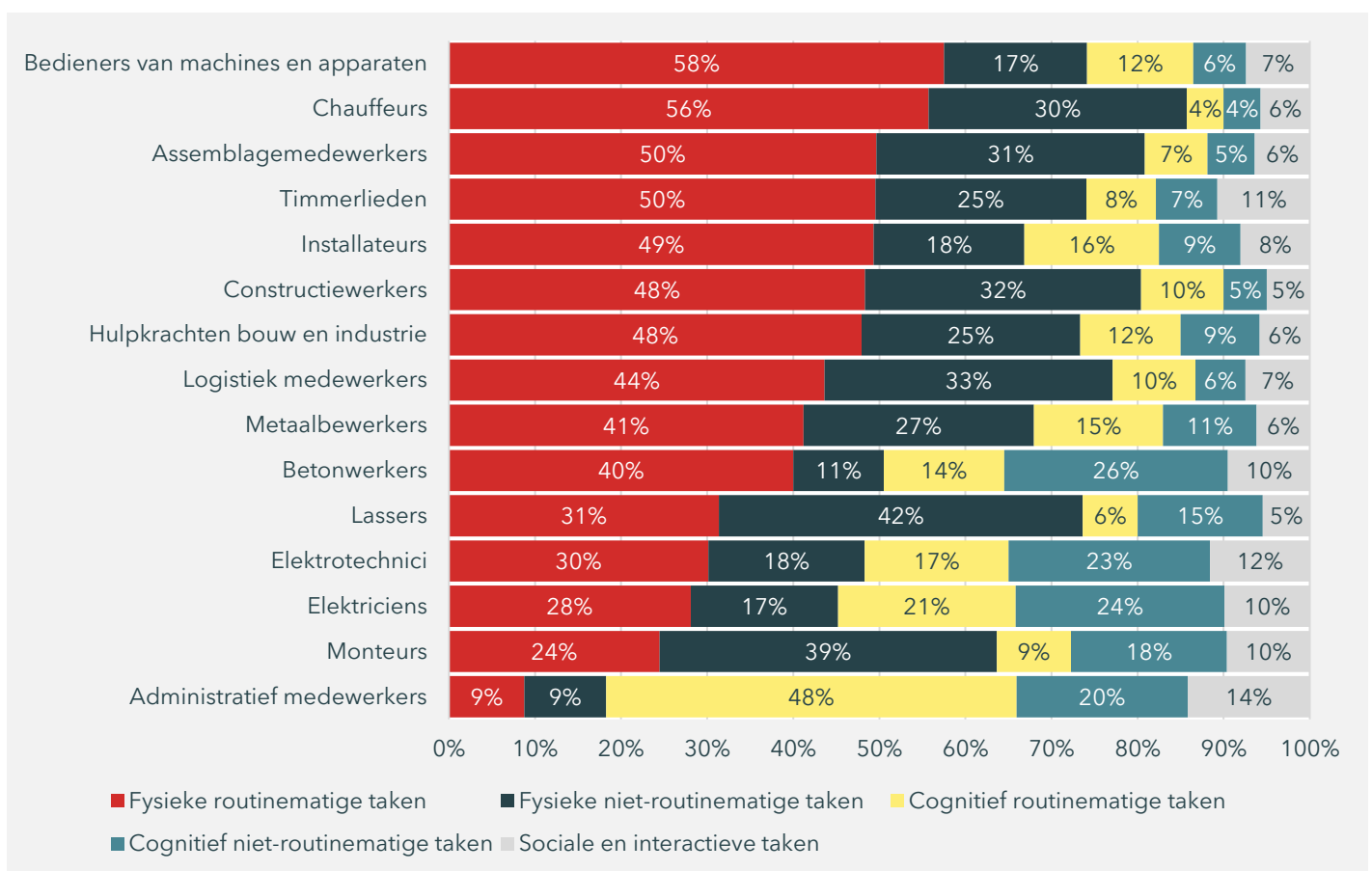
Mbo-opgeleide vakkrachten spenderen doorgaans veel tijd aan fysieke taken, en zijn daarom qua werktaken vatbaar voor robotisering en automatisering. Met name bedieners van machines en apparaten, chauffeurs, assemblagemedewerkers en timmerlieden voeren veel routinematige fysieke taken uit (zie Figuur 2.6). Dit zijn ook taken die in de regel vatbaar zijn voor robotisering en automatisering en de inzet van drones en 3D-printers,

¹⁰ Zie bijvoorbeeld ook: [De toepassing van AR op de bouw: 'hoe digitaler, hoe beter!' | Dura Vermeer](#)

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 fysieke taken, die belangrijk zijn voor beroepen als lassers, monteurs en logistiek medewerkers.

Administratief medewerkers vormen een uitzondering, omdat zij vooral cognitief routinematig werk verrichten. Daarmee zijn zij vatbaarder voor robotisering en automatisering dan beroepen die meer cognitief niet-routinematige taken uitoefenen. Toepassingen als AI vervangen in de regel vooral de cognitief routinematige taken, omdat algoritmen de plaats kunnen innemen van het denkvermogen van werkenden, voor zover de taken een herhalend karakter hebben.

Figuur 2.6 Praktisch geschoolde werknemers spenderen doorgaans de meeste tijd aan fysieke routinematige en fysieke niet-routinematige taken



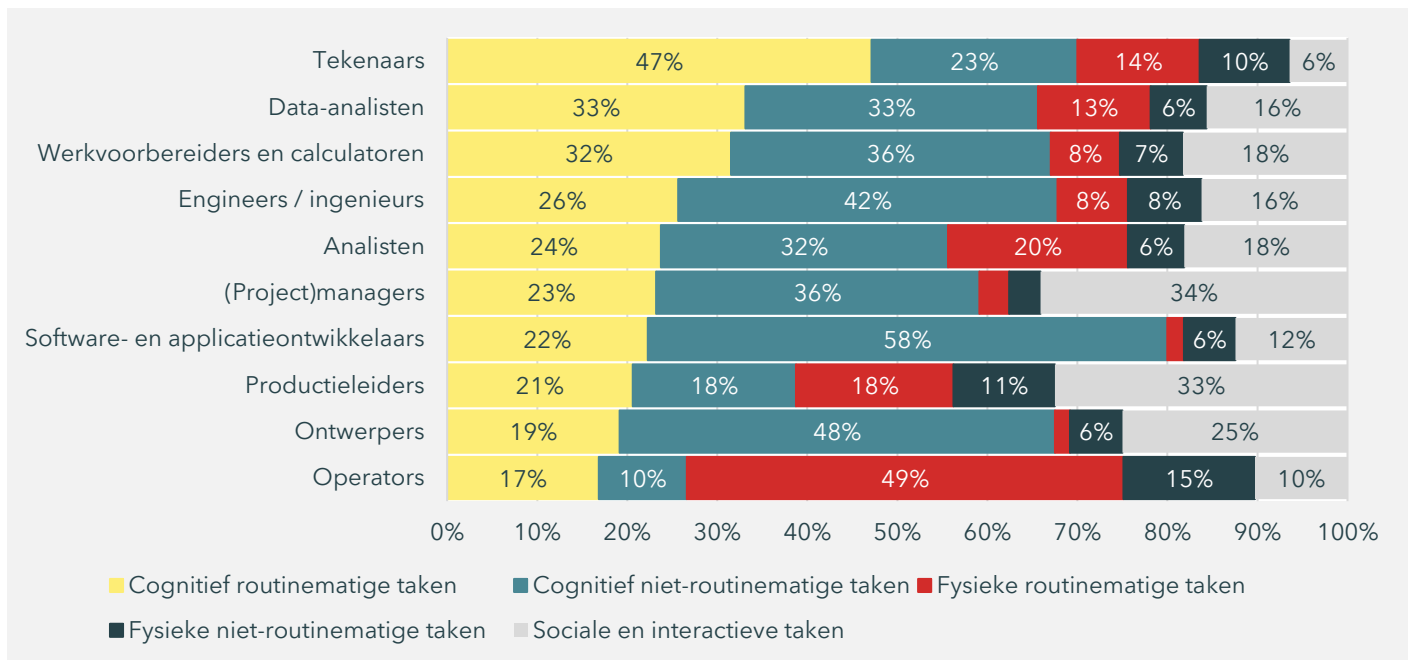
Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars en werkgevers, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Noot: In de enquête is aan innovatie-ontwikkelaars en werkgevers gevraagd om aan te geven hoe de verdeling van werktaken eruitziet in een reguliere werkweek voor verschillende beroepen. Vervolgens is een ongewogen gemiddelde van de respons berekend. De resultaten zijn weergegeven voor alle beroepen waarvoor ten minste 5 werkgevers/innovatie-ontwikkelaars de verdeling naar werktaken hebben ingevuld.

Vooraf hbo- en wo-opgeleide vakkrachten zijn qua werktaken vatbaar voor ontwikkelingen op het terrein van kunstmatige intelligentie. Werkenden met hbo- en wo-beroepen verrichten vooral cognitieve taken (zie Figuur 2.7). Vooral tekenaars, data-analisten en werkvoorbereiders verrichten veel routinematige cognitieve taken die vatbaar zijn voor AI-toepassingen. Software- en applicatieontwikkelaars, ontwerpers en engineers besteden veel

tijd aan niet-routinematige cognitieve taken die in de regel minder vatbaar zijn voor AI-toepassingen. Hierbij zij wel opgemerkt dat de ontwikkelingen in AI-toepassingen een hoog tempo kennen en het niet uit te sluiten is dat (op termijn) ook niet-routinematige cognitieve taken vervangbaar zijn. Momenteel zorgen ontwikkelingen in generatieve kunstmatige intelligentie als ChatGPT, Dall-E 2 en Sora er bijvoorbeeld al voor dat werknemers bepaalde niet-routinematige taken efficiënter kunnen uitvoeren.

Figuur 2.7 Theoretisch geschoolde werknemers spenderen doorgaans de meeste tijd aan cognitief routinematige en cognitief niet-routinematige taken



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

Het vervangen van routinematige taken kan bijdragen aan arbeidsbesparingen in sectoren die relevant zijn voor de energietransitie. Momenteel bestaat een aanzienlijk deel van het werk nog uit routinematige taken, waardoor er potentieel is om arbeidsbesparingen te realiseren door technologie in te zetten voor het vervangen van deze taken. Tabel 2.2 laat bijvoorbeeld zien dat wanneer technologieën alle routinematige taken kunnen vervangen in voor de energietransitie relevante sectoren, er 326 duizend voltijdequivalenten aan arbeidsinzet minder nodig zijn om de huidige productie te kunnen realiseren. In de praktijk zal het echter vrijwel onmogelijk zijn om alle routinematige taken binnen een beroepsgroep te vervangen. Er zal altijd een minimum aan administratieve taken (zoals agendabeheer) nodig blijven binnen iedere baan. Maar zelfs als technologieën slechts een deel van de routinematige taken overnemen, dan heeft dit al een aanzienlijke impact op de arbeidsvraag. Stel bijvoorbeeld dat het mogelijk is om met technologie 10 procent van de routinematige taken te vervangen, dan levert dit een besparing op van 32 duizend voltijdequivalenten, enkel in de twaalf beroepsgroepen uit Tabel 2.2. Dit benadrukt dat arbeidsbesparende technologieën veel potentie hebben om arbeidsinzet te verminderen in de energietransitie.

Tabel 2.2 In totaal kan er ongeveer 325 duizend fte worden bespaard aan arbeidsinzet bij vervanging van alle routinematige taken

	Besparing arbeidsinzet (fte) bij vervanging alle..		Totaal
	..fysiek routinematige taken	..cognitief routinematige taken	
Administratief medewerkers	2.428	13.199	15.627
Assemblagemedewerkers	7.267	1.066	8.333
Bedieners van machines en apparaten	60.303	12.943	73.246
Elektriciens	23.657	17.403	41.060
Engineers / ingenieurs	6.724	22.034	28.758
Hulpkrachten bouw en industrie	10.340	2.518	12.858
Metaalbewerkers en constructiewerkers	9.984	3.152	13.136
Monteurs	6.817	2.405	9.222
Operators	11.215	3.892	15.107
Productieleiders	19.398	22.862	42.260
Software- en applicatieontwikkelaars	703	8615	9.318
Timmerlieden	48.167	7.844	56.011
Ontwerpers	87	1.003	1.090
Totaal	207.090	118.936	326.026

Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars en werkgevers & EBB, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

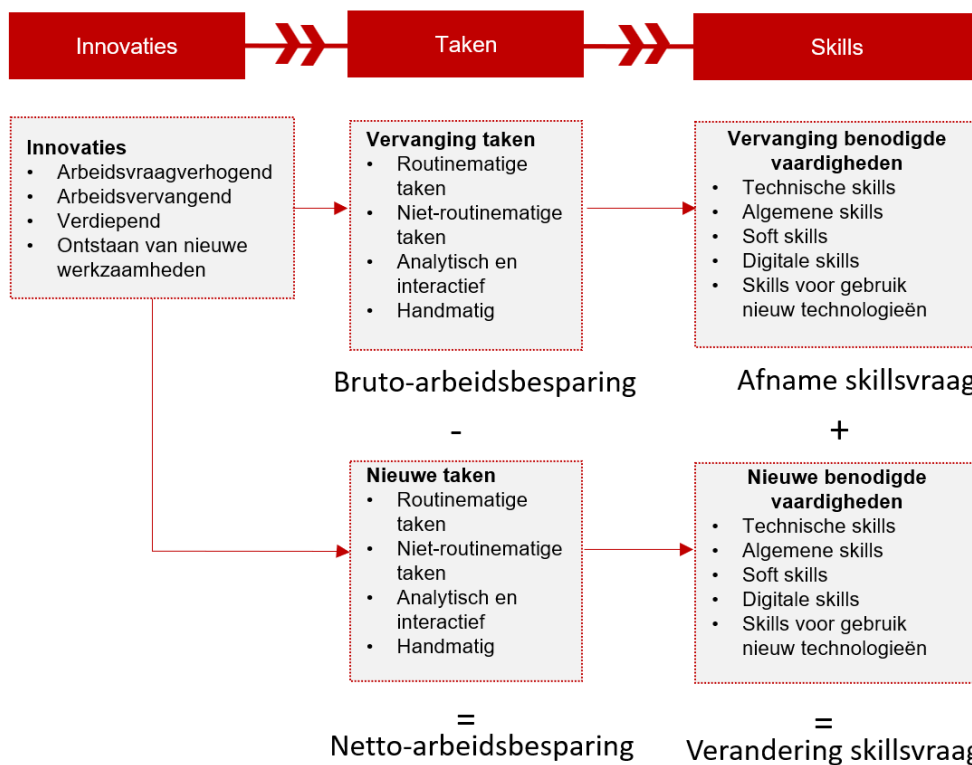
Noot: De cijfers over de werkgelegenheid binnen verschillende beroepen en de verdeling naar werktaken binnen die beroepen zijn gebruikt om een inschatting te maken van de besparing op arbeidsinzet als binnen al die beroepen de routinematige taken zouden worden vervangen.

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).¹¹ Hierdoor gaat de vraag naar arbeid (of bepaalde types van arbeid) omhoog, omdat de producten en diensten

¹¹ 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.

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 deze 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 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 en gesubsidieerde innovaties

De meeste gesubsidieerde innovatieprojecten zorgen voor een verhoging van de arbeidsvraag. Slechts 20 procent van de gesubsidieerde innovaties is naar verwachting arbeidsbesparend. Vooral binnen de beroepsgroepen installateurs, machinebedieners, operators en engineers 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, die 32 procent van de totale subsidiepot hebben ontvangen).

4.1 Gevolgen innovaties voor de vraag naar arbeid

De meeste gesubsidieerde innovaties verhogen de arbeidsvraag. Van de gesubsidieerde innovatieprojecten verwacht de helft (50 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 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 20 procent van de innovaties is arbeidsbesparend, de helft is arbeidsvraagverhogend en 25 procent heeft geen invloed op de arbeidsvraag.

Type innovatie	Aantal	Percentage
Totaal aantal innovaties	327	100%
• Netto arbeidsbesparende innovaties	67	20%
• Netto arbeidsvraagverhogende innovaties	164	50%
• Innovaties die geen invloed hebben op de arbeidsvraag	82	25%
• Onbekend	14	4%
Bruto arbeidsbesparende innovaties	101	31%

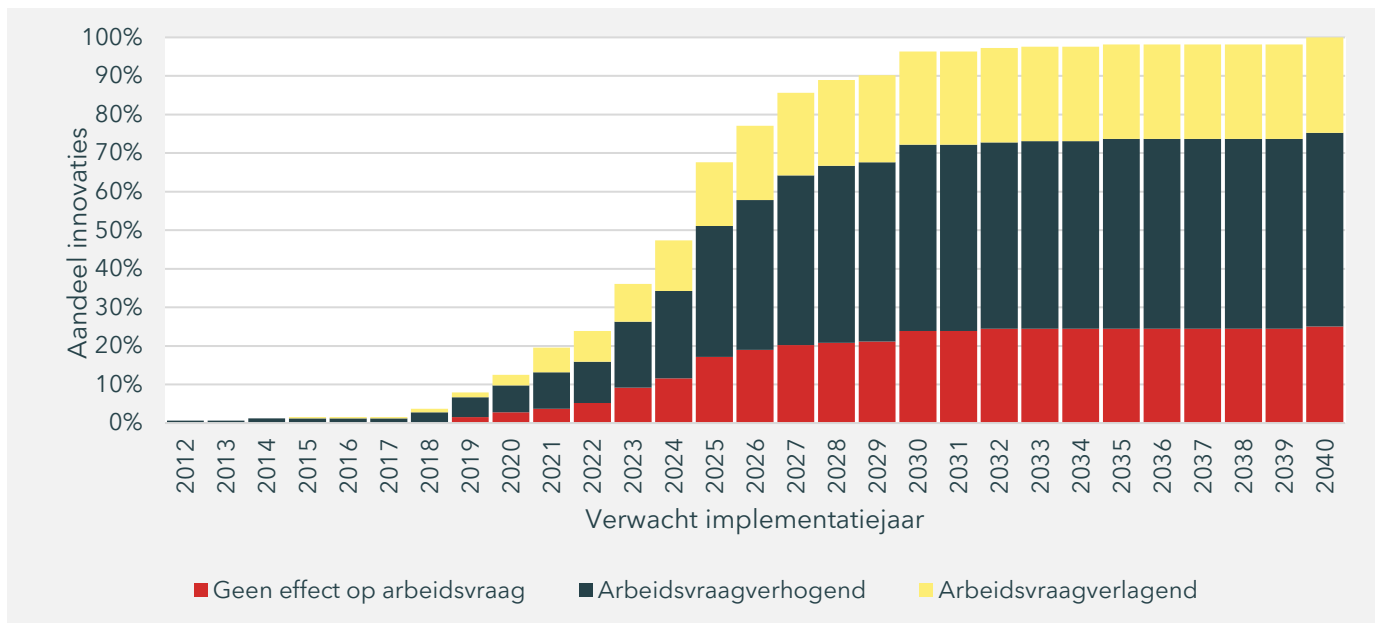
Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

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 minderheid van de gesubsidieerde innovatie zorgt wel 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 20 procent van de gesubsidieerde innovatieprojecten verwacht ook netto arbeidsbesparend te zijn. Alleen deze innovaties zorgen ervoor dat na volledige implementatie minder arbeidsinzet nodig is in de energietransitie. De mate waarin gesubsidieerde innovaties arbeidsbesparend zijn, varieert tussen sectoren. In de Gebouwde omgeving is 28 procent van de innovaties arbeidsbesparend, in de energiesector 25 procent en in de Industrie 16 procent (zie de afzonderlijke sectorrapporten voor meer informatie).

De meeste gesubsidieerde innovatieprojecten verwachten in de komende tien jaar 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. De meeste gesubsidieerde innovatieprojecten bevinden zich op dit moment nog in deze fase. De verwachting is dat veel innovatieprojecten in de periode 2024-2030 tot implementatie komen. Slechts twaalf innovatieprojecten verwachten na 2030 tot implementatie te komen. Dat betekent dat de meeste 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 of korter duren of kan een innovatie mislukken of niet op de markt komen.

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

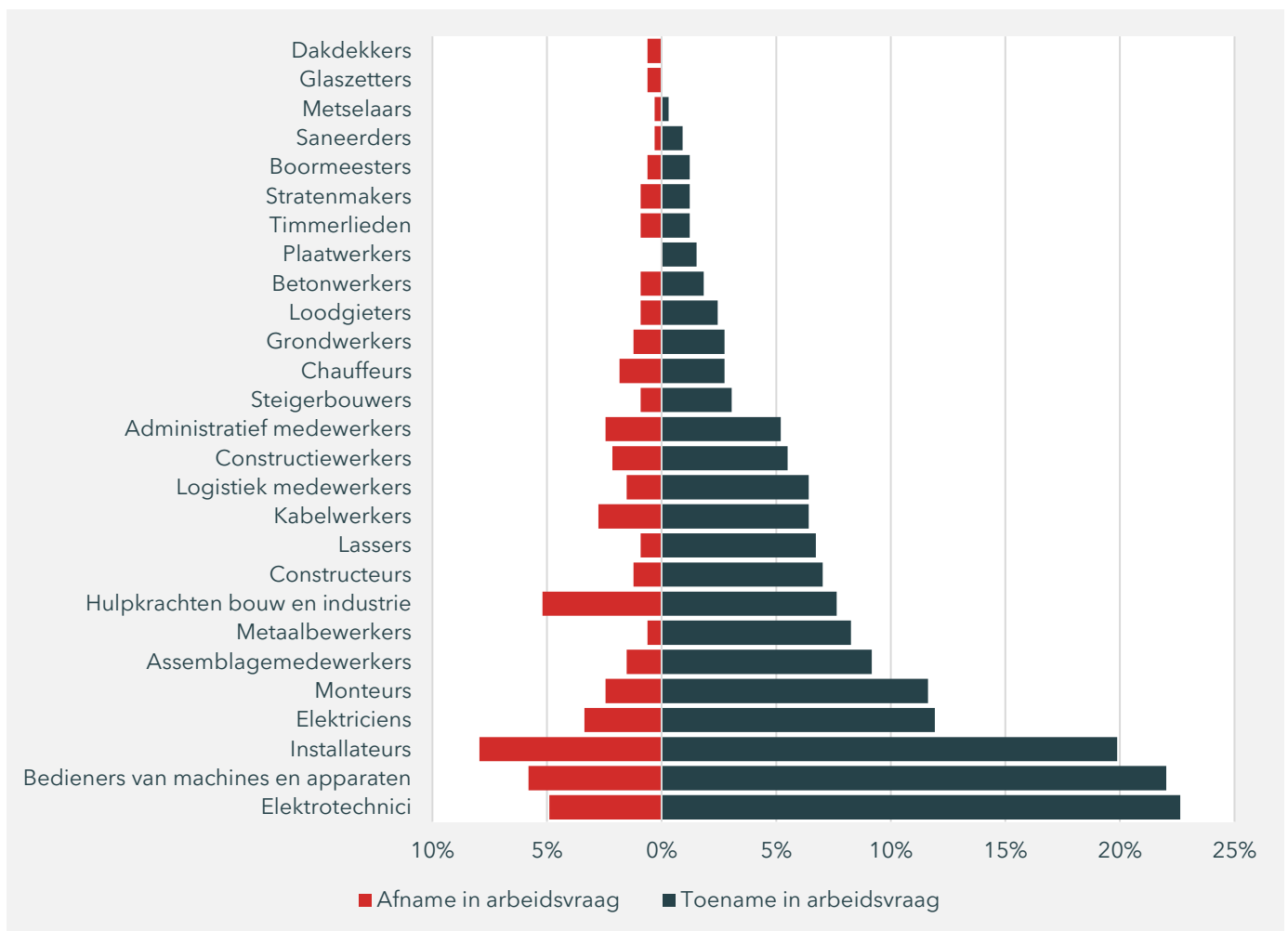


Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Arbeidsbesparingen in meer praktische beroepen vinden vooral plaats onder installateurs en machinebedieners. Ontwikkelaars verwachten over het algemeen dat hun innovaties zullen leiden tot een toename van de vraag naar mbo-beroepen, eerder dan een afname. Dit patroon is waarneembaar binnen vrijwel alle beroepsgroepen (zie Figuur 4.2). De arbeidsbesparende innovaties richten zich vooral op installateurs en

machinebedieners. Eerder zagen we al dat veel van het werk in deze beroepsgroep bestaat uit routinematige fysieke taken, die relatief vatbaar zijn voor technologische innovaties. Het is dus niet verrassend dat veel ontwikkelaars technologieën inzetten die zorgen voor besparingen onder installateurs en machinebedieners. Tegelijkertijd geven méér van de gesubsidieerde innovatie-ontwikkelaars juist aan te zorgen voor een verhoging van de vraag naar installateurs en machinebedieners. Ook dat is niet verrassend: een aanzienlijk deel van de technologische innovaties in de Industrie en Gebouwde omgeving is gericht op het standaardiseren en robotiseren van productieprocessen. Dit kan leiden tot een grotere behoefte aan machinebedieners, bijvoorbeeld bij de geïndustrialiseerde fabricage van woningonderdelen. Bovendien zijn innovaties in de Gebouwde omgeving veelal gericht op een verduurzaming van gebouwen via plaatsing van zonnepanelen of warmtepompen. Hiervoor zijn meer installateurs nodig die deze systemen kunnen aansluiten.

Figuur 4.2 8 procent van de ondervraagde innovatie-ontwikkelaars geeft aan dat de vraag naar installateurs afneemt



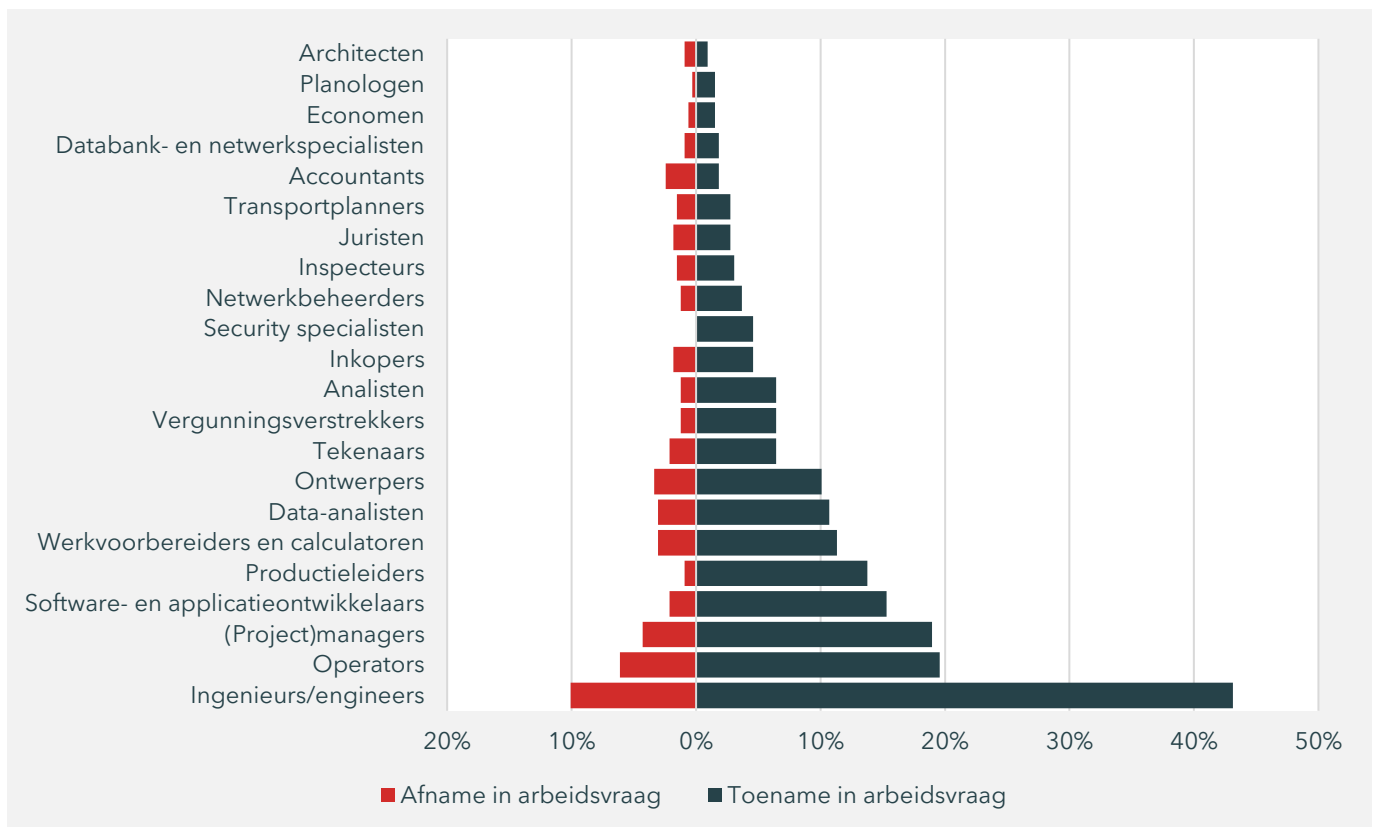
Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

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.

Arbeidsbesparingen in meer theoretische beroepen vinden vooral plaats onder ingenieurs en operators.

Ontwikkelaars verwachten dat hun innovaties leiden tot een toename van de vraag naar hbo- en wo-beroepen (zie Figuur 4.3). De innovaties die arbeid besparen, zijn vooral gericht op ingenieurs en operators. Met geavanceerde software- en automatiseringstools kunnen bepaalde ontwerptaken sneller en efficiënter worden uitgevoerd. Dit ontlast de ingenieur in zijn werkzaamheden. Aanvullend zijn technologieën steeds beter in staat zelf defecten te herkennen (met slimme sensoren) en op te lossen (met AI-toepassingen), waardoor ook een deel van de werktaken van procesoperators wegvalt. Tegelijkertijd denken veel van de gesubsidieerde ontwikkelaars juist te zorgen voor een verhoging van de vraag naar ingenieurs en operators. Ook dat is niet verwonderlijk: veel van de technologische innovaties richten zich op het opzetten van nieuwe productieprocessen of fabrieken, zoals een duurzame staalfabriek, waar in beginsel juist meer ingenieurs en operators voor nodig zijn. Gezien de huidige en verwachte knelpunten onder operators en ingenieurs (zie Paragraaf 2.2) is het een uitdaging voor ontwikkelaars om de nieuwe productieprocessen daadwerkelijk van de grond te krijgen.

Figuur 4.3 Ruim 40 procent van de ondervraagde innovatie-ontwikkelaars geeft aan dat de vraag naar engineers toeneemt



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

4.2 Arbeidsbesparende innovaties in ontwikkeling

Hieronder volgt een aantal voorbeelden van gesubsidieerde arbeidsbesparende innovaties in de verschillende sectoren die relevant zijn voor de energietransitie. Het volledige overzicht is te vinden in de sectorrapportages.

Arbeidsbesparende innovaties in de Energiesector

Arbeidsbesparende innovaties in de Energiesector richten zich onder andere op de installatie en het onderhoud van zonnepanelen. Wat betreft installatie worden panelen ontwikkeld met geïntegreerde installatieonderdelen, wat het gemak en de snelheid voor installateurs vergroot. Voor onderhoud richten innovaties zich op geautomatiseerde identificatie en oplossing van defecten, waardoor zonnepanelenmonteurs worden ontlast.

Innovaties zijn ook gericht op het verminderen van arbeidsinzet bij de inspectie en onderhoud van offshore windparken. Nu is dit vaak erg arbeidsintensief: windtechnici moeten per boot naar de turbines en vervolgens de turbines in voor inspectie en onderhoud. Daarom experimenteren innovatie-ontwikkelaars met inspectiedrones die visuele inspecties van windturbines verrichten. Dit resulteert in minder frequente overtochten van windtechnici naar turbines, minder inspecties van turbinebladen en verminderde behoefte aan reparaties en vervangingen. Daarnaast worden innovaties ontwikkeld voor onderhoud, zoals 'boutuitdraairobots' die zelfstandig boutspanningen meten en aanpassen, en onbemande vaartuigen om de arbeidsinzet verder te verminderen.

Arbeidsbesparende innovaties in de Gebouwde omgeving

Arbeidsbesparende innovaties in de Gebouwde omgeving richten zich op de verplaatsing van werkzaamheden van de bouwplaats naar de fabriekshal. Een voorbeeld betreft de vervanging van een groot aantal gevels in een woonwijk. Voorheen moest dan een calculator alle gevels opmeten waarna op de bouwplaats gevels per stuk op maat werden gemaakt. Er zijn nu innovaties in ontwikkeling die met drones gevels opmeten, en die vervolgens in een fabriekshal de gevels produceren. Bouwen in de fabriek verloopt volgens een standaardproces en is daardoor efficiënter. Dat bespaart arbeidsuren en gaat gepaard met lagere productiekosten. Een ander voorbeeld is een project dat warmtepompen levert waarbij het grootste gedeelte van het installatiewerk vooraf is gemonteerd tijdens het productieproces, wat de installatietijd op locatie aanzienlijk verkort.

Andere innovaties richten zich op de implementatie van slimme systemen die het energieverbruik in gebouwen monitoren en regelen. Een voorbeeld betreft een intelligent controle- en besturingssysteem voor utiliteitsgebouwen, dat met slimme meters, sensoren en kunstmatige intelligentie in staat is grote hoeveelheden data te verzamelen en te analyseren. Het gebruik van deze gegevens helpt om het energieverbruik te optimaliseren, maar ook om arbeidsinzet voor controle en installatieonderhoud te beperken.

Arbeidsbesparende innovaties in de Industrie

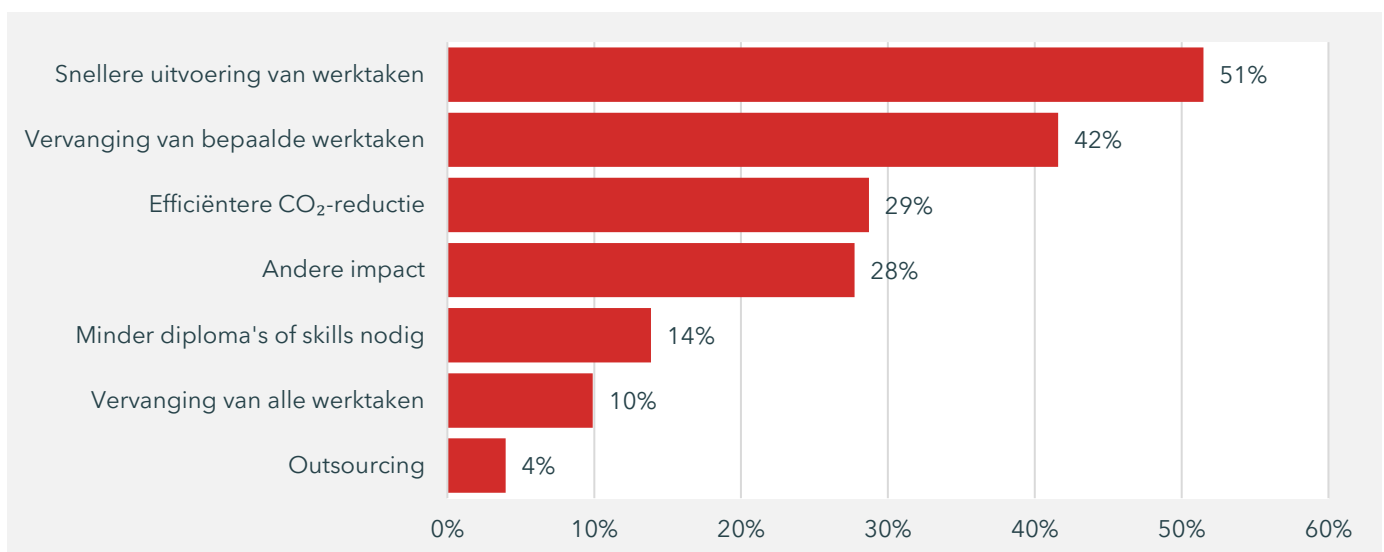
Arbeidsbesparende innovaties in de Industrie richten zich veelal op een efficiëntere recycling van materialen. Voorbeelden zijn innovaties die zich richten op het omzetten van afgedankte bollennetten naar kunststofkorrels en het gebruik van recyclebare verpakkingsmaterialen (zie Box 4.2). Recycling- en sorteerrobots nemen taken over, zoals identificeren, scheiden en klaarmaken voor hergebruik, wat arbeidsbesparing in het recyclingproces oplevert.

Andere innovaties richten zich op het slimmer monitoren en regelen van energieverbruik in het productieproces. Voorbeelden zijn innovaties die restwarmte uit het productieproces opslaan en hergebruiken voor verwarming van fabrieken. Deze technologieën bevatten geautomatiseerde toepassingen, zoals slimme sensoren en real-time-gegevens, waardoor minder tijd nodig is voor afstelling en onderhoud van machines.

Algemeen beeld

Arbeidsbesparingen zijn vooral het gevolg van vervanging van werktaken en snellere uitvoering van werktaken. De arbeidsbesparingen worden voornamelijk gerealiseerd door innovaties die traditionele werktaken vervangen (zie Figuur 4.4). Deze innovaties resulteren in nieuwe toepassingen die menselijke inzet overbodig maken, zoals bijvoorbeeld robotisering of de overname van gevaarlijk en zwaar werk. Bovendien verbeteren innovaties de productiviteit van bestaande arbeid. Door een betere samenwerking tussen mens en machine kunnen werknemers taken sneller en efficiënter uitvoeren. Ten slotte dragen innovaties vaak bij aan een effectievere CO₂-reductie. Met dezelfde hoeveelheid arbeidsinspanning kan er meer CO₂ worden verminderd, wat de energietransitie minder arbeidsintensief maakt. Ook in dit geval kan gesproken worden van een arbeidsbesparing.

Figuur 4.4 De meeste arbeidsbesparende innovaties (ruim 50 procent) die zorgen voor een lagere arbeidsvraag doen dat doordat ze bepaalde werktaken sneller uitvoeren



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

4.3 Verandering in belang skills door innovaties

Skills complementair aan de technologie en nieuwe taken winnen aan belang. Soft skills als aanpassingsvermogen, duurzaamheidsbewustzijn, veiligheidsbewustzijn en verantwoordelijkheid winnen aan belang door de innovaties die in ontwikkeling zijn. Werknemers moeten kunnen inspelen op beperkingen van technologieën (zoals een gebrek aan bewustzijn) en krijgen meer verantwoordelijkheden doordat technologieën simpelere werktaken (gedeeltelijk) overnemen. Verder zijn nieuwe technologieën vaak complex en geavanceerd. Het begrijpen van de risico's en mogelijke gevaren die gepaard gaan met deze technologieën maakt het essentieel om veiligheidsmaatregelen te kunnen implementeren.

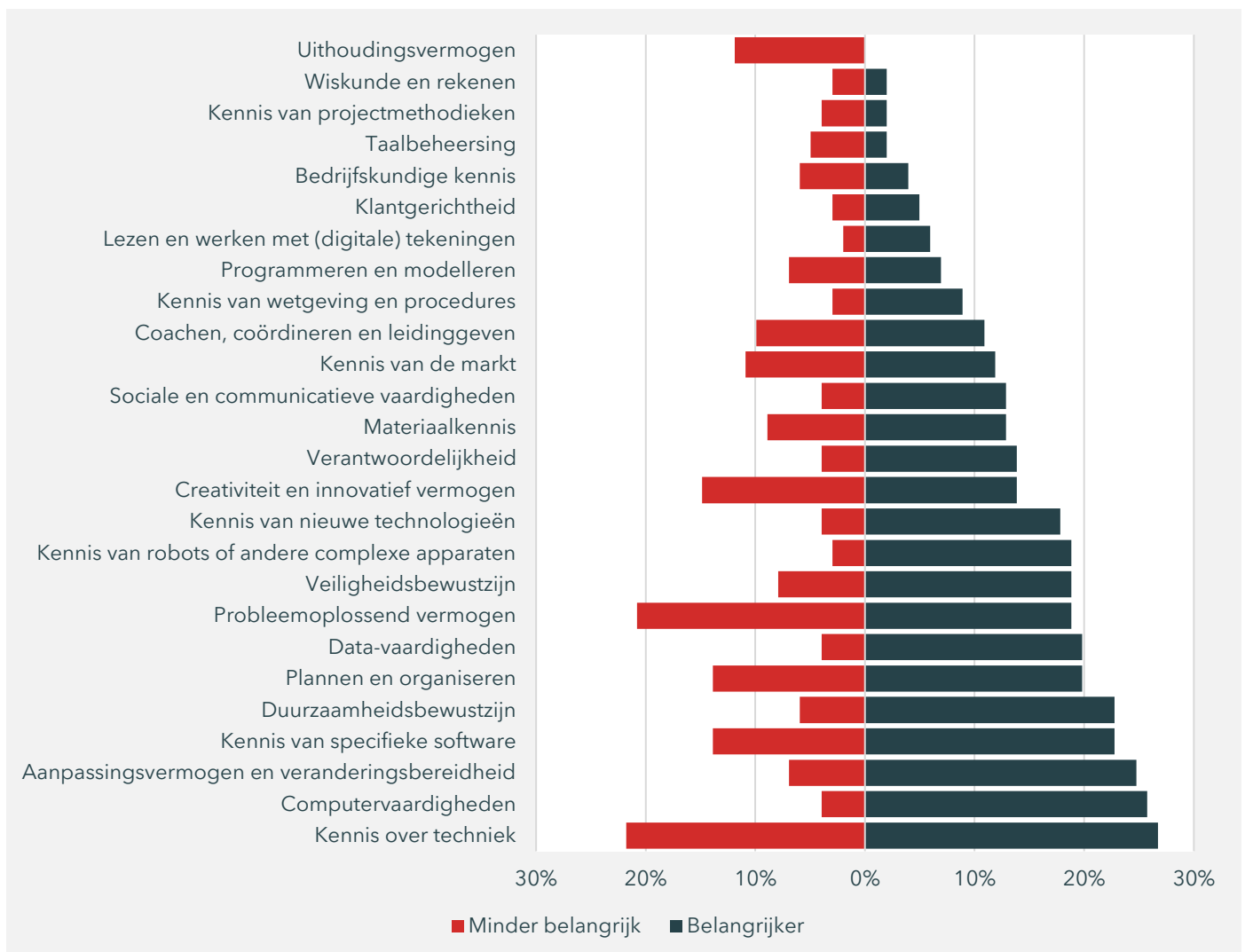
Verder krijgen hard skills die werknemers in staat stellen om te werken met de nieuwe technologieën steeds meer gewicht. Specifiek gaat het dan om kennis van robots en nieuwe technologieën en data- en computervaardigheden. Het vermogen om de nieuwe technologieën te begrijpen en te gebruiken wordt steeds belangrijker. Aanvullend vragen nieuwe technologieën om meer kennis van wet- en regelgeving en procedures. Nieuwe technologieën roepen vaak vragen op over ethiek, privacy, veiligheid en andere maatschappelijke kwesties. Kennis van wet- en regelgeving en procedures is cruciaal om te kunnen voldoen aan de juiste normen en

voorschriften en om ervoor te zorgen dat deze technologieën verantwoord worden ontwikkeld, gebruikt en geïmplementeerd.

Daarentegen zien we een afname in het belang van skills zoals probleemoplossend en innovatievermogen.

Dit zijn van oudsher juist skills die als complementair aan technologie worden gezien. Technologieën zijn echter steeds beter in staat zelf problemen te detecteren en op te lossen, waardoor het minder van belang is dat arbeidskrachten deze skill beheersen. Eveneens vermindert de noodzaak om te beschikken over skills zoals uithoudingsvermogen, omdat het werk minder fysiek wordt. Andere skills die in belang afnemen zijn taalbeheersing en rekenen. Dit heeft vermoedelijk te maken met toepassingen op het terrein van kunstmatige intelligentie die een nuttig hulpmiddel bieden bij het schrijven van teksten en het uitvoeren van berekeningen.

Figuur 4.5 Skills complementair aan de technologie en nieuwe taken winnen aan belang



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

Noot: De figuur geeft per skill aan welk aandeel van de ondervraagde innovatie-ontwikkelaars verwacht dat deze skill door hun innovaties in belang toeneemt, en welk aandeel verwacht dat het belang afneemt. De overige innovatie-ontwikkelaars verwachten geen effect op de vraag naar de specifieke skill.

De innovaties doen deels een groter beroep op skills waar nu ook al een tekort aan is. Om te achterhalen aan welke skills nu al een tekort is, maken we gebruik van de enquête onder werkgevers. Hieruit blijkt bijvoorbeeld dat werknemers volgens werkgevers nu al onvoldoende beschikken over aanpassingsvermogen en kennis van nieuwe technologieën (zie Tabel 4.2). Ook zijn er tekorten op het terrein van het verantwoordelijkheidsgevoel en computervaardigheden. Uit de enquête onder innovatie-ontwikkelaars blijkt dat de gesubsidieerde innovaties die in ontwikkeling zijn, deze tekorten eerder vergroten dan dat ze een oplossing vormen voor deze tekorten.

Tegelijkertijd zijn er innovaties in ontwikkeling die wél een oplossing kunnen vormen voor tekorten aan skills. Zo zijn er relatief veel innovaties die zorgen voor een afname in het belang van probleemoplossend vermogen en kennis van techniek, terwijl dit op dit moment belangrijke skills zijn die werknemers volgens werkgevers vaak nog in onvoldoende mate beheersen. De innovaties kunnen deze tekorten verminderen, zeker als ze schaalbaar zijn en ook andere ondernemingen ze kunnen implementeren in hun bedrijfsprocessen.

Tabel 4.2 De grootste skillstekorten bevinden zich momenteel op het terrein van probleemoplossend vermogen, aanpassingsvermogen en kennis over techniek

Belangrijkste skills		% werkgevers	Skills die in onvoldoende mate worden beheerst	% werkgevers
Praktische beroepen				
1	Veiligheidsbewustzijn	62%	Probleemoplossend vermogen	11%
2	Probleemoplossend vermogen	56%	Kennis over techniek	10%
3	Verantwoordelijkheid	55%	Aanpassingsvermogen en veranderingsbereidheid	10%
4	Materiaalkennis	51%	Computervaardigheden	8%
5	Kennis over techniek	51%	Verantwoordelijkheid	8%
Theoretische beroepen				
1	Probleemoplossend vermogen	51%	Aanpassingsvermogen en veranderingsbereidheid	10%
2	Kennis over techniek	43%	Kennis over techniek	8%
3	Verantwoordelijkheid	43%	Sociale en communicatieve vaardigheden	6%
4	Aanpassingsvermogen en veranderingsbereidheid	40%	Probleemoplossend vermogen	6%
5	Plannen en organiseren	40%	Kennis van nieuwe technologieën	6%

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

Noot: Werkgevers mochten tien skills selecteren die het belangrijkste waren voor werknemers binnen hun bedrijf. De 5 meest aangekruiste skills zijn hierboven weergegeven. Vervolgens moesten werkgevers aangegeven welk van deze belangrijke skills werknemers onvoldoende beheersen. De 5 meest aangekruiste skills zijn hierboven weergegeven.

5 Belemmeringen en kansen

Ongeveer de helft van de geënquêteerde werkgevers is, buiten de gesubsidieerde projecten om, bezig met het ontwikkelen en implementeren van arbeidsbesparende technologieën. Daar liggen kansen, onder meer omdat andere werkgevers deze technologieën kunnen toepassen in hun productieprocessen. Innovatie-ontwikkelaars ervaren, naast de beschikbare personeelscapaciteit, belemmeringen in wet- en regelgeving, financiële middelen en netcongestie.

Dit hoofdstuk biedt inzicht in de belemmeringen die gesubsidieerde innovatie-ontwikkelaars, naast beschikbare personeelscapaciteit, ervaren in het ontwikkelen en implementeren van hun innovatie (Paragraaf 5.1). Verder biedt dit hoofdstuk inzicht in welke mate werkgevers, buiten de gesubsidieerde projecten om, bezig zijn met het ontwikkelen en implementeren van arbeidsbesparende innovaties (Paragraaf 5.2).

5.1 Belemmeringen van innovatie-ontwikkelaars

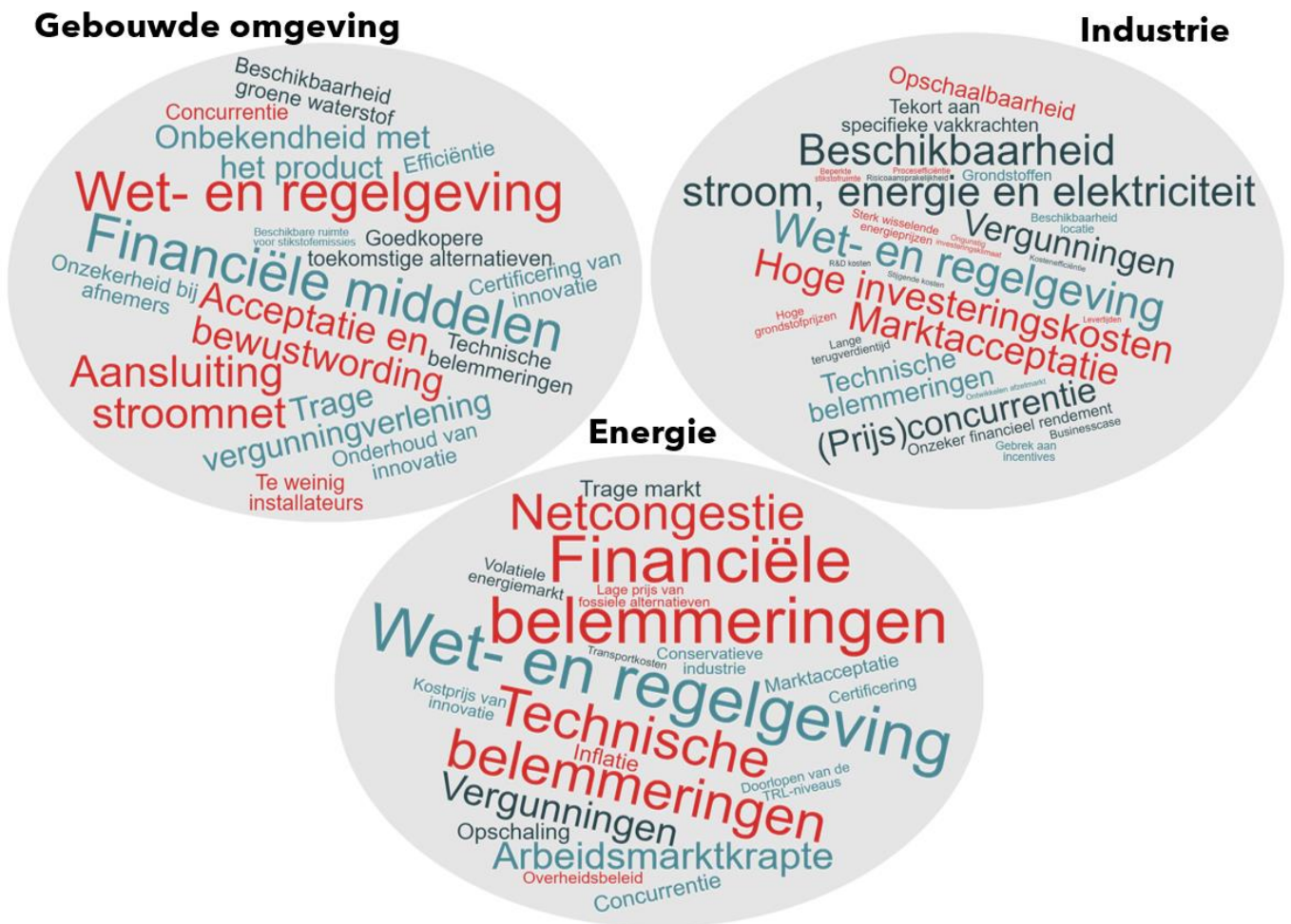
Ontwikkelaars ervaren financiële belemmeringen in het ontwikkelen en implementeren van hun innovatie.

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.

“De toepassing die wij op de markt gebracht hebben, bestond nog niet op die manier. Dat betekent dat je alles zelf moet uitzoeken en van niemand de kunst af kan kijken. Dat betekent vervolgens weer hogere ontwikkel- en opstartkosten die je maar in beperkte mate aan de klant kan doorberekenen.”

Daarnaast vormen wet- en regelgeving een belemmering. 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 Industrie richten veel innovatieprojecten zich bijvoorbeeld op het hergebruik van materialen die voorheen als afval werden beschouwd. Vaak wordt dit juridisch nog steeds als afval beschouwd, waardoor de verwerking van afvalproducten aan veel regels is gebonden. Het inzamelen, sorteren en transporteren van afval wordt volgens innovatie-ontwikkelaars bemoeilijkt door wet- en regelgeving, waardoor innovaties moeilijker tot implementatie komen. In de Energiesector gaat het bijvoorbeeld om lange wachttijden voor toestemming voor het gebruik van inspectiedrones, in de Gebouwde omgeving om te strenge eisen voor het benutten van een buurtaccu en de inzet van bodemgekoppelde warmtepompen.

Figuur 5.1 Veelgenoemde belemmeringen zijn financiële middelen en wet- en regelgeving



Bron: Enquête onder innovatie-ontwikkelaars, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)
 Noot: Hoe groter de belemmering is weergegeven, des te vaker hebben innovatie-ontwikkelaars de belemmering genoemd in de enquête.

“Het verwerken van afval is gebonden aan zeer veel regels. Dit maakt het inzamelen van afval, het sorteren en het transporteren over grenzen erg lastig.”

Daarnaast kan wet- en regelgeving fragmentarisch en complex zijn, vooral als het gaat om innovaties die meerdere sectoren of disciplines overstijgen. Het navigeren door verschillende sets van regels en voorschriften kan dan een uitdaging zijn voor innovatieprojecten. In de Energiesector missen ontwikkelaars bijvoorbeeld bij de productie van waterstof consistentie in de regelgeving over de hele keten en worden veel complexe en tegenstrijdige eisen gesteld aan het productieproces.

Tot slot noemen ontwikkelaars ook de beschikbaarheid van stroom, energie en elektriciteit als belemmering. Innovatieprojecten kunnen belemmeringen ondervinden als gevolg van netcongestie, wat verwijst naar overbelasting of capaciteitsproblemen in het elektriciteitsnetwerk. Wanneer innovatieprojecten, zoals nieuwe duurzame energiecentrales of industriële productieprocessen, worden geïmplementeerd, kan dit leiden tot een toename van de belasting op het netwerk. Als de bestaande infrastructuur niet voldoende capaciteit heeft, kan dit

leiden tot congestie en beperkingen voor nieuwe projecten. Specifiek duurzame energiebronnen, zoals wind- of zonne-energie, zijn vaak geconcentreerd op afgelegen locaties. Als deze locaties ver van de bestaande energie-infrastructuur liggen, kan het moeilijk zijn om de opgewekte energie efficiënt naar de vraagcentra te transporteren, wat congestie kan veroorzaken.

“Onvoldoende sterke elektriciteitsaansluitingen voor de installatie van grote warmtepompen.”

5.2 Kansen bij werkgevers

Veel werkgevers ontwikkelen en implementeren arbeidsbesparende innovaties buiten de subsidieprojecten om. Uit een enquête onder werkgevers in de Industrie, Gebouwde omgeving en Energiesector blijkt dat 50 procent van de geënquêteerde werkgevers momenteel bezig is met het ontwikkelen of implementeren van arbeidsbesparende innovaties. Van deze groep investeert ongeveer één op de drie in het ontwikkelen van een schaalbare technologie die ook andere organisaties in de toekomst zouden kunnen gebruiken in hun productieproces. De overige werkgevers ontwikkelen nieuwe bedrijfsspecifieke technologieën, die alleen binnen hun eigen bedrijf toepasbaar zijn, of maken gebruik van al bestaande technologieën die zij implementeren binnen hun eigen arbeidsproces. De resultaten suggereren dat er buiten de gesubsidieerde projecten kansen liggen voor het ontwikkelen en implementeren van arbeidsbesparende innovaties. Door het lage aantal respondenten zijn de resultaten uit de enquête wel met veel onzekerheid omgeven en vraagt de interpretatie om enige voorzichtigheid.

Tabel 5.1 50 procent van de geënquêteerde werkgevers is bezig met het ontwikkelen of implementeren van arbeidsbesparende innovaties

Type innovatie	Aantal	Percentage
Geen arbeidsbesparende innovaties	98	50%
Arbeidsbesparende innovatie(s)	98	50%
• Nieuwe schaalbare technologie	31	32%
• Nieuwe technologie voor eigen bedrijf	39	40%
• Bestaande technologie	69	70%
Totaal	196	100%

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

Deze werkgevers ervaren belemmeringen in de ontwikkeling en implementatie van technologieën die de overheid deels zou kunnen wegnemen. De meest genoemde belemmering is de beschikbaarheid van financiële middelen om de ontwikkeling en implementatie van arbeidsbesparende innovaties mee te kunnen financieren. Aanvullend noemen werkgevers netcongestie, wet- en regelgeving en lange vergunningsprocedures als beperkingen voor het uitrollen van arbeidsbesparende innovaties.

Figuur 5.2 Netcongestie, wet- en regelgeving en financiële middelen beperken werkgevers in het ontwikkelen en implementeren van arbeidsbesparende innovaties



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

6 Mogelijkheden voor beleid

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.¹² 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.¹³ 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.¹⁴ In dat geval kan de overheid ingrijpen. De overheid stuurt hierbij op de richting van

¹² Onder andere beschreven in CPB (2016) 'Kansrijk innovatiebeleid'.

¹³ Zie onder andere het rapport van CPB (2024) 'Publieke projectfinanciering: wanneer en hoe?'

¹⁴ 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 arbeidsmarktcrachten 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*

De meeste gesubsidieerde innovaties lijken eerder de arbeidsvraag in de energietransitie te vergroten dan te verminderen. Voor drie kwart van de gesubsidieerde innovatieprojecten geldt dat ze de arbeidsvraag naar eigen zeggen verder aanwakkeren (50 procent) of weinig impact hebben op de arbeidsvraag (25 procent). Een logische verklaring is dat veel van hen zich richten op de ontwikkeling van nieuwe duurzame producten en technologieën die nog niet zo arbeidsextensief worden geproduceerd als traditionele, minder duurzame producten. Dat is ook het hoofddoel waarvoor ze subsidies ontvangen.

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.¹⁵ Het is daarom goed

¹⁵ Dit wordt ook wel de Regel van Tinbergen genoemd (Tinbergen, 1956).

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 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.

2. *Ondersteun gericht arbeidsbesparende innovaties in de energietransitie*

Een eerste inventarisatie leert dat ongeveer de helft van de werkgevers in voor de energietransitie relevante sectoren bezig is met arbeidsbesparende innovaties. Een aanzienlijk deel van hen is bezig met het ontwikkelen van arbeidsbesparende innovaties die ook andere werkgevers in de toekomst kunnen toepassen. Daarmee zijn de technologieën breder toepasbaar, schaalbaar en vinden er mogelijke positieve kennis *spillovers* plaats als het gaat om het bevorderen van technologiediffusie en het verhogen van de productiviteit. Juist deze procesinnovaties kunnen helpen bij het vergroten van de efficiëntie van de productie van duurzame producten en technologieën. Dat vermindert niet alleen knelpunten op de arbeidsmarkt, maar draagt ook bij aan de mate waarin deze producten en technologieën concurrerend kunnen zijn met minder duurzame (koolstofrijke) producten en technologieën. Het is van belang dat hun inspanningen worden beloond. Zoals eerder beschreven, is dat juist door *spillovers* niet gegarandeerd waardoor er maatschappelijk gezien te weinig wordt geïnvesteerd in innovaties. Financiële ondersteuning met innovatiesubsidies door de overheid helpt dan om dat externe effect te internaliseren.

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 Randvoorwaardelijk beleid voor 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 de elektriciteitsinfrastructuur.

1. Wet- en regelgeving

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 of gefragmenteerde wet- en regelgeving de ontwikkeling van duurzame (arbeidsbesparende) innovaties 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 en het vermogen om af te wijken van specifieke voorschriften.

2. Elektriciteitsinfrastructuur

Een andere belangrijke randvoorwaarde voor innovaties is een goed toegankelijke elektriciteitsinfrastructuur. De huidige schaarste op het elektriciteitsnet zorgt ervoor dat partijen niet altijd direct kunnen aansluiten op het net als ze willen verduurzamen. Ook netbeheerders kampen met personeelskrapte waardoor projecten vertraagd worden omdat de aansluitingen niet op tijd kunnen worden gerealiseerd (naast woonwijken geldt dit ook voor windmolens en zonneweides) maar er ook risico's ontstaan op uitval van netten. Specifiek duurzame energiebronnen, zoals wind- of zonne-energie, zijn vaak geconcentreerd op afgelegen locaties waardoor het moeilijk kan zijn om de opgewekte energie efficiënt naar de vraagcentra te transporteren.

Oplossingen liggen in het prioriteren van de aansluiting van projecten op het elektriciteitsnetwerk die bijdragen aan het realiseren van de energietransitie, ofwel door arbeidsbesparende procesinnovaties, ofwel door productinnovaties. Ook kunnen netbeheerders, die ook kampen met problemen op het terrein van personeelscapaciteit, kijken naar creatieve manieren om netverzwaring uit te kunnen voeren (meer met prefab of robots). Dit vergroot niet alleen de toegankelijkheid van het elektriciteitsnetwerk, maar helpt ook bij het realiseren van arbeidsbesparingen in de energietransitie.

6.4 Afwegingen voor energiebeleid op systeemniveau

Systeemkeuzes in het energiebeleid kunnen eveneens bijdragen aan het verminderen van de arbeidsinzet in de energietransitie. Hierbij gaat het om richtinggevende hoofdkeuzes die beleidsmakers maken om de overgang naar een volledig duurzaam energiesysteem te bevorderen. De Nederlandse systeemkeuzes zijn onder andere vastgelegd in het NPE, dat elke vijf jaar wordt herzien. Bij het maken van systeemkeuzes dient de overheid een zorgvuldige afweging te maken tussen verschillende publieke belangen en gevolgen van het energiebeleid, waarbij knelpunten op de arbeidsmarkt slechts één aspect vormen. Op dit moment wordt de arbeidsmarkt nog vaak beschouwd als iets dat zich aanpast aan systeemkeuzes, terwijl de ervaring leert dat deze aanpassing beperkingen kent. Daarom is het belangrijk om expliciet rekening te houden met de schaarste aan arbeid, juist omdat dit een vertragende factor vormt in het realiseren van de energietransitie. Als men puur vanuit het perspectief van de arbeidsmarkt zou redeneren, en andere publieke belangen buiten beschouwing zou laten, dan zouden de volgende systeemkeuzes de voorkeur hebben:

- **Prioriteer normering en beprijzing boven subsidiëring in het bedrijvenbeleid.** Subsidiëring is van belang bij de *ontwikkeling* van CO₂-besparende innovaties omdat ook andere partijen profiteren van de opgedane kennis (zie Paragraaf 6.1). Echter ontvangen organisaties op dit moment ook subsidie voor de *implementatie* van CO₂-besparende innovaties die ontwikkeld zijn door anderen. Dergelijke subsidies stimuleren in de regel de arbeidsvraag. Tegelijkertijd zijn er alternatieve beleidsinstrumenten die de arbeidsvraag juist beperken terwijl ze bedrijven eveneens aansporen om hun activiteiten te verduurzamen. Hierbij gaat het met name om de beprijzing van uitstoot en het opleggen van normen aan het bedrijfsleven.¹⁶ Ook het afschaffen van zogenaamde ‘fossiele subsidies’ remt de totale arbeidsvraag.¹⁷ Hierdoor verplaatst personeel zich sneller van sectoren die worden afgeremd naar sectoren waarin wordt geïnvesteerd. Deze herverdeling draagt bij aan het realiseren van de energietransitie. Bij de inzet van dergelijke beleidsinstrumenten is echter aandacht nodig voor het draagvlak onder bedrijven. Een te sterkere focus op normeren en beprijzen kan het draagvlak voor de energietransitie verminderen en weerstand veroorzaken, wat de transitie kan doen falen of vertragen.¹⁸ Er moet dus voortdurend een afweging worden gemaakt tussen de verschillende gevolgen van overheidsingrijpen.
- **Prioriteer energie-oplossingen waar met hoge arbeidsproductiviteit aan wordt gewerkt.** Bij het maken van keuzes voor energie-oplossingen is het raadzaam om expliciet rekening te houden met de schaarste aan arbeid. Niet alleen de potentiële CO₂-besparing van een energie-oplossing moet worden meegenomen, maar ook de mate waarin energie-oplossingen gebruikmaken van schaarse bronnen zoals fysieke ruimte, arbeid en infrastructuur. Uit dit onderzoek blijkt bijvoorbeeld dat de productie van elektriciteit via windenergie minder arbeidsintensief is dan de productie via zonnecellen, warmtepompen en waterkracht. Deze informatie kan worden benut voor het optimaliseren van de energiemix. Hiervoor is het uiteraard wel van belang dat het arbeidsaanbod over voldoende kennis en vaardigheden beschikt om de energie-oplossing te kunnen implementeren. Het bouwen van kerncentrales vergt bijvoorbeeld andere kennis en vaardigheden dan het plaatsen van zonnepanelen. Het is daarom van belang om flankerend beleid te voeren, waarbij het nodig is eerst te inventariseren of er nog (om)scholing en benutting van buitenlandse kennis nodig is voor het implementeren van de energie-oplossing.
- **Regisseer en coördineer activiteiten om de arbeidsinzet in de energietransitie te beperken.** De overheid kan met coördinerende en regisserende werkzaamheden een cruciale rol spelen in het realiseren van arbeidsbesparingen in de energietransitie. Momenteel worden er in de Industrie, Gebouwde omgeving en Energiesector allerlei activiteiten ondernomen die bijdragen aan de energietransitie. Een goede coördinatie

¹⁶ Zoals onlangs ook door CPB (2024) wordt bepleit in de beschouwing ‘krappe arbeidsmarkt vraagt om keuzes’.

¹⁷ Zie onder andere Kremer et al. (2023) ‘de oplossing voor langdurige krapte is minder arbeidsvraag’

¹⁸ Dit wordt onder andere benoemd door Bolhuis (2023) in ‘beleidseconomen moeten weten wat transitiefalen is’.

tussen die activiteiten kan leiden tot arbeidsbesparingen. Een praktisch voorbeeld is door bij infrastructurele werkzaamheden voor de energietransitie zoals het leggen van bekabeling, ook andere noodzakelijke taken, zoals funderingsversterking, te integreren. Hierdoor worden arbeidsbesparingen gerealiseerd in de graaf- en grondwerkzaamheden. Als dergelijke arbeidsbesparingen niet op de markt tot stand komen omdat de samenwerking tussen partijen onvoldoende is, dan kan de overheid op verschillende schaalniveaus optreden als bemiddelaar of regisseur, dergelijke synergiën identificeren en samenwerkingsverbanden tussen betrokken partijen faciliteren.

Referenties

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and New Tasks: How Technology displaces and reinstates labor.
- Bolhuis, W. (2023). Beleidseconomen moeten weten wat transitiefalen is. ESB.
- CPB. (2016). Kansrijk innovatiebeleid. Den Haag: Centraal Planbureau.
- CPB. (2024). Krappe arbeidsmarkt vraag om keuzes . Den Haag: Centraal Planbureau.
- CPB (2024). Publieke projectfinanciering: wanneer en hoe? Den Haag: Centraal Planbureau
- Commissie evaluatiemethoden systeem- en transitiebeleid (2022). *Durf te leren, ga door met meten*. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat.
- Ecorys. (2021). Klimaatbeleid en de arbeidsmarkt. Rotterdam: Ecorys.
- Heyma, A., Van Kesteren, J., Bakens, J., & Gerards, R. (2022). Arbeidsmarkt krapte technici. Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- Kremer, J., Muskee, G., Kok, B., & Imandt, M. (2023). De oplossing voor langdurige krapte is minder arbeidsvraag. ESB.
- PWC. (2018). De economische bijdrage van windenergie op zee. Amsterdam: PWC.
- ROA. (2023). De arbeidsmarkt naar opleiding en beroep tot 2028. Maastricht: ROA.
- Ter Weel, B. (2018). Nieuwe technologie transformeert de vraag naar arbeid. Amsterdam: ESB.
- Tinbergen, J. (1956). Economic policy: principles and design. Amsterdam: North-Holland.
- TNO. (2019). Verkenning werkgelegenheidseffecten van klimaatmaatregelen. Amsterdam: TNO.

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.

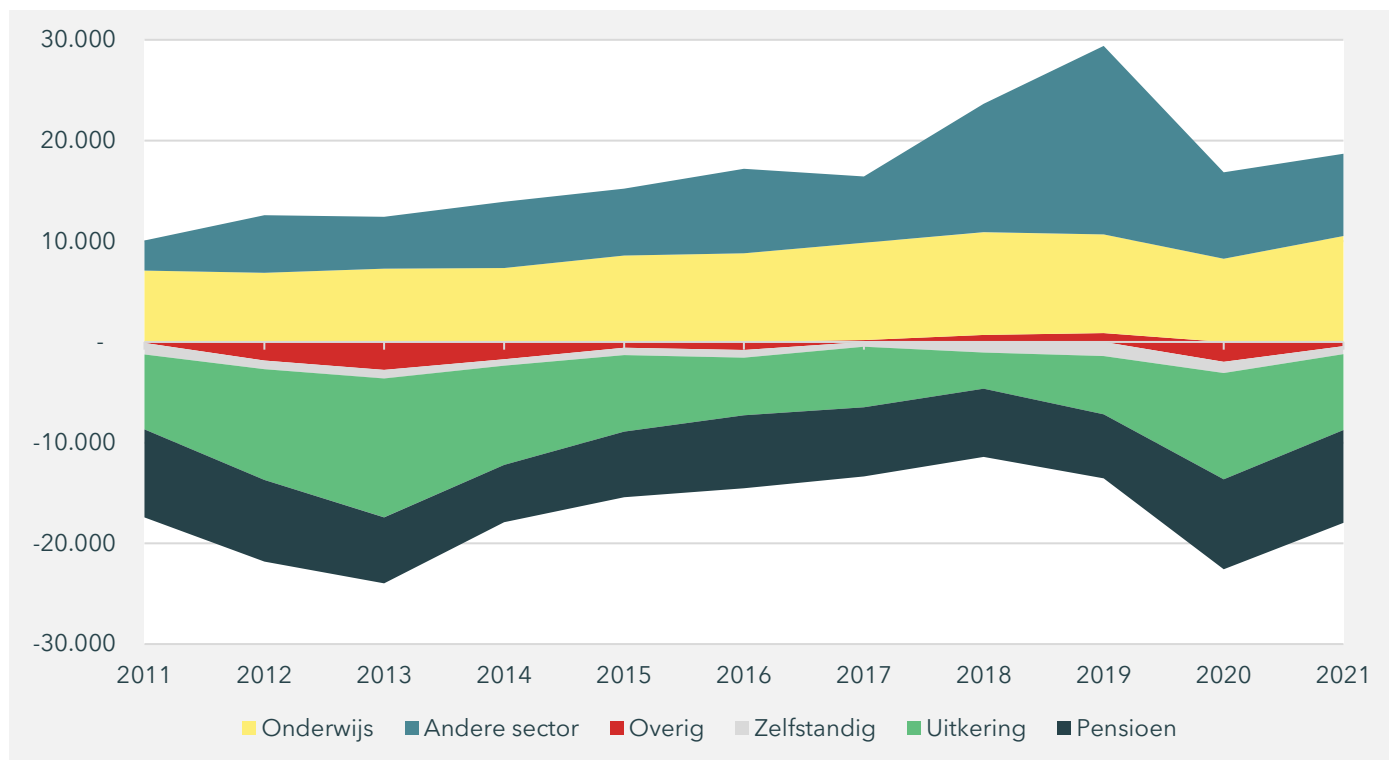
Hernieuwbare Energietransitie (HER)+

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.

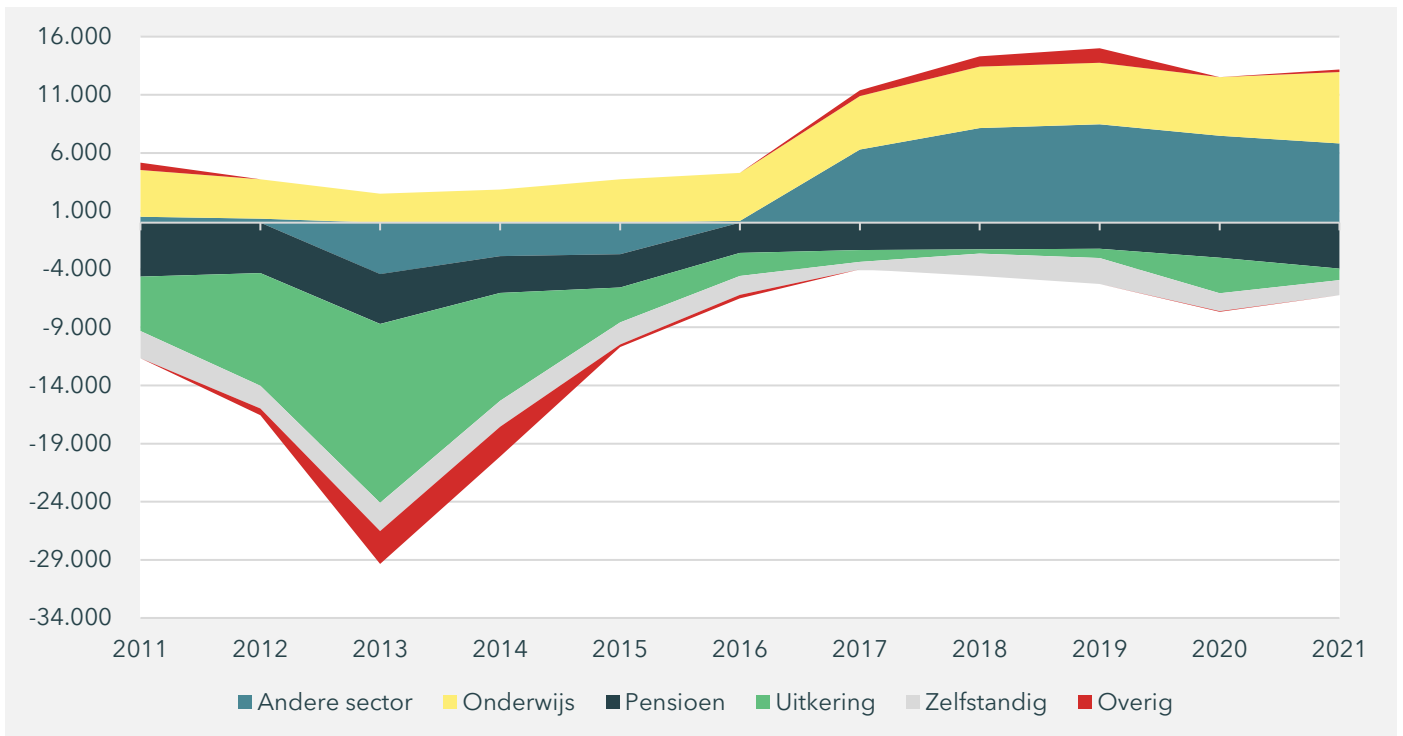
Figuur A.1 De grootste netto-instroom in de industrie komt vanuit andere sectoren en vanuit het onderwijs. Daarentegen stromen veel werknemers uit naar uitkeringen en naar pensioen



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

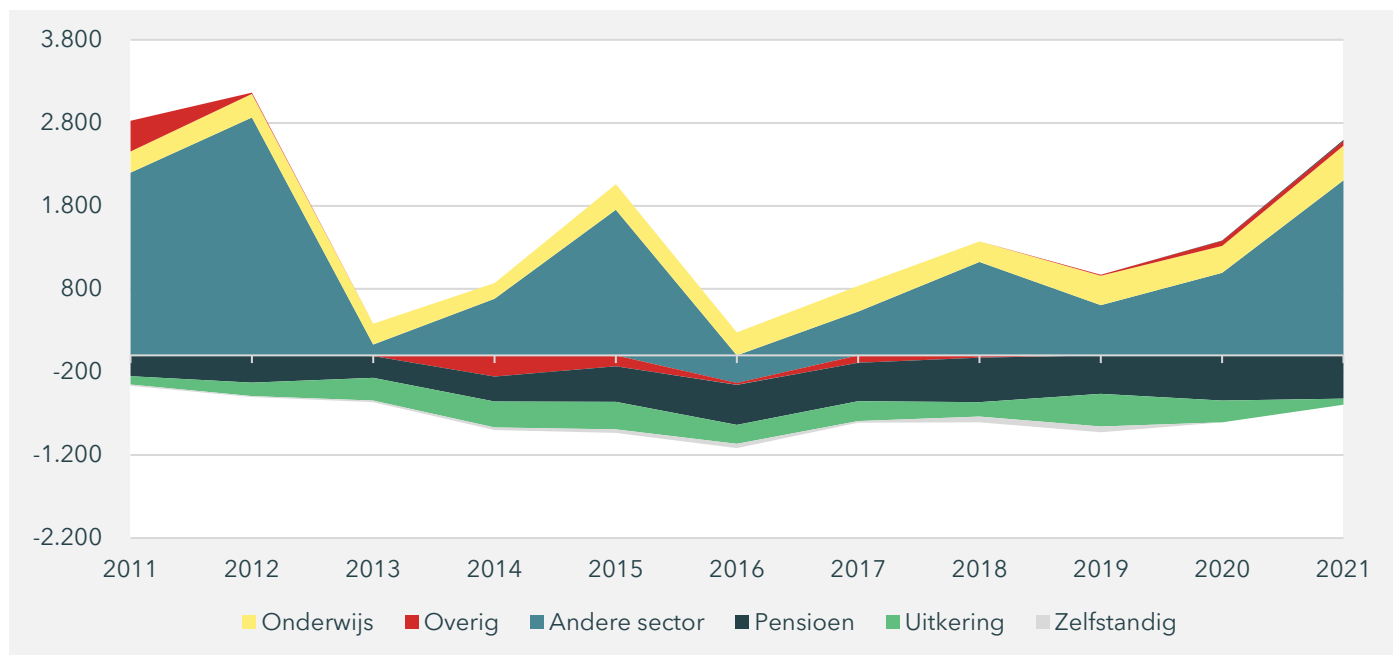
Noot: Voor ieder jaar is de netto-instroom in de sector weergegeven per categorie. De netto-instroom is positief als er meer mensen instromen dan uitstromen in de sector. De netto-instroom is negatief als er minder mensen instromen dan uitstromen.

Figuur A.1 Vanwege de financiële crisis vond er in 2013 veel uitstroom plaats uit de bouwsector, met name naar uitkeringen. Vanaf 2017 is de netto-instroom weer positief, met veel instroom vanuit andere sectoren en het onderwijs



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

Figuur A.2 De grootste netto-instroom in de energiesector komt vanuit andere sectoren en vanuit het onderwijs. Daarentegen stromen veel werknemers uit naar uitkeringen en naar pensioen



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

Noot: Voor ieder jaar is de netto-instroom in de sector weergegeven per categorie. De netto-instroom is positief als er meer mensen instromen dan uitstromen in de sector. De netto-instroom is negatief als er minder mensen instromen dan uitstromen.

Tabel A.2 De meeste arbeidsbesparing valt te winnen in de Gebouwde omgeving en in de Industrie

Sector		Besparing banen bij verhoging arbeidsproductiviteit, van:		
		2%	5%	10%
Energie	Totaal	708	1.720	3.286
	Productie thermische, kern en warmtekrachtcentrales	132	321	614
	Productie windenergie	6	16	30
	Productie zonnecellen, warmtepompen en waterkracht	25	60	115
	Beheer en exploitatie van transportnetten	317	770	1.470
	Distributie van elektriciteit en gassen via leidingen	104	253	483
	Handel in elektriciteit en gas via leidingen	122	295	564
	Productie van aardgas	1	3	7
	Productie en distributie van stroom en gekoelde lucht	1	2	3
Industrie	Totaal	7.667	18.618	35.544
	Voedingsmiddelen	2.628	6.381	12.182
	Cokesovenproducten en aardolieverwerking	100	242	463
	Chemische producten	978	2.376	4.536
	Farmaceutische grondstoffen en producten	300	728	1.389
	Producten van rubber en kunststof	745	1.810	3.456
	Overige niet-metaalhoudende minerale producten	491	1.191	2.274
	Metalen in primaire vorm	398	967	1.846
	Overige machines en apparaten	2.027	4.923	9.398
Gebouwde omgeving	Totaal	11.117	27.000	51.542
	Vervaardiging van deuren, ramen en kozijnen van hout	130	315	601
	Vervaardiging van overig timmerwerk voor de bouw (geen deuren, ramen en kozijnen)	96	233	445
	Vervaardiging van metalen producten voor de bouw	837	2.033	3.880
	Vervaardiging van reservoirs van metaal en van ketels en radiatoren voor centrale verwarming	93	227	433
	Projectontwikkeling	193	470	897
	Algemene burgerlijke en utiliteitsbouw	3.494	8.486	16.200
	Leggen van elektriciteits- en telecommunicatiekabels	214	520	992
	Bouwinstallatie	2.589	6.287	12.003
	Afwerking van gebouwen	1.897	4.607	8.794
	Dakbouw en overige gespecialiseerde werkzaamheden in de bouw	1.064	2.584	4.934
	Handelsbemiddeling in hout, vlakglas, sanitair en bouwmaterialen	27	65	125
	Groothandel in machines voor de bouw	84	203	387
	Architecten (geen interieurarchitecten)	272	661	1.261
	Verhuur en lease van machines en installaties voor de bouw	127	309	590
	Totaal	Al bovenstaande sectoren	19.492	47.338

Bron: LISA-databestand, bewerking SEO Economisch Onderzoek (2024)

Bijlage B Afbakening sector

SBI-code	Deelsector
Industrie	
19	Vervaardiging van cokesovenproducten en aardolieverwerking
20	Vervaardiging van chemische producten
21	Vervaardiging van farmaceutische grondstoffen en producten
22	Vervaardiging van producten van rubber en kunststof
23	Vervaardiging van overige niet-metaalhoudende minerale producten
24	Vervaardiging van metalen in primaire vorm
28	Vervaardiging van overige machines en apparaten
Gebouwde omgeving	
1623	Vervaardiging van overig timmerwerk voor de bouw
251	Vervaardiging van metalen producten voor de bouw
252	Vervaardiging van reservoirs van metaal en van ketels en radiatoren voor centrale verwarming
41	Algemene burgerlijke en utiliteitsbouw en projectontwikkeling
4222	Leggen van elektriciteits- en telecommunicatiekabels
432	Bouwinstallatie
433	Afwerking van gebouwen
439	Dakbouw en overige gespecialiseerde werkzaamheden in de bouw
4613	Handelsbemiddeling in hout, vlakglas, sanitair en bouwmaterialen
4663	Groothandel in machines voor de bouw
4673	Groothandel in hout, sanitair en overige bouwmaterialen
46742	Groothandel in verwarmingsapparaten
47523	Winkels in houten bouw- en tuinmaterialen
682	Verhuur van onroerend goed
71111	Architecten (geen interieurarchitecten)
7732	Verhuur en lease van machines en installaties voor de bouw
Energie	
35111	Productie van elektriciteit door thermische, kern- en warmtekrachtcentrales
35112	Productie van elektriciteit door windenergie
35113	Productie van elektriciteit door zonnecellen, warmtepompen en waterkracht
3512	Beheer en exploitatie van transportnetten voor elektriciteit, aardgas en warm water
352	Productie van aardgas
353	Productie en distributie van stoom en gekoelde lucht



“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 2024-47

ISBN 978-90-5220-400-0

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