

Review Topsector Energie

Deelonderzoek 1

Rapport

Delft, december 2014

Opgesteld door:

Martijn Blom (CE Delft)

Cor Leguijt (CE Delft)

Arno Schroten (CE Delft)

Stephan Slingerland (Triple E Consulting)

Koen Rademaekers (Triple E Consulting)



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

Martijn Blom, Cor Leguijt, Arno Schroten (allen CE Delft), Stephan Slingerland,
KoenRademaekers (beide Triple E Consulting),

Review Topsector Energie

Deelonderzoek 1

Delft, CE Delft, december 2014

Overheidsbeleid / Energie / Innovatie / Programma's / Evaluatie

Publicatienummer: 14.7D90.81

Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Martijn Blom.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

1	Inleiding	5
1.1	Inleiding	5
1.2	Achtergrond	5
1.3	Doel evaluatie	7
1.4	Gevolgde aanpak en leeswijzer	7
2	Analyse per TKI-thema	9
2.1	Inleiding	9
2.2	TKI-thema Wind op Zee	9
2.3	TKI-thema ISPT	10
2.4	TKI-thema Smart Grids	11
2.5	TKI-thema Solar Energy	13
2.6	TKI-thema Gas	14
2.7	TKI-thema BBE	17
2.8	TKI-thema EnerGO	18
2.9	Dubbeltellingen en synergie	19
3	Basispad	21
3.1	Inleiding	21
3.2	Afbakening keten	21
3.3	Nulmeting	24
3.4	Basispad tot 2020	28
3.5	Basispad na 2020	32
4	Additionele bijdrage aan innovatiepotentieel	33
4.1	Inleiding	33
4.2	Aanpak	33
4.3	Bijdragen TKI's en programmalijnen aan economie	37
4.4	Bijdragen TKI's en programmalijnen aan CO ₂ -reductie	43
4.5	Bijdrage TSE aan SER-doelen	45
4.6	Monitoren van realistisch innovatiepotentieel	46
5	Resultaten tot nu toe	49
5.1	Inleiding	49
5.2	Percentage private middelen	49
5.3	Kasuitputting	53
5.4	Kwalitatieve beschrijving resultaten	56
6	Conclusies	59
6.1	Inleiding	59
6.2	Beginsituatie	59
6.3	Basispad	60
6.4	Additionele bijdrage per TKI en programmalijn	61
	Literatuur	63





1 Inleiding

1.1 Inleiding

In 2014 wordt een zogenaamde Periodieke Review voor de Topsector Energie (TSE) uitgevoerd. In deze Periodieke Review staat de vraag centraal: ‘Doen we de juiste dingen en doen we deze dingen goed?’ Met beantwoording van de vraag ‘Doen we de juiste dingen?’ wordt gericht op het in beeld brengen of de Topsector Energie zich richt op het portfolio waarmee een maximale bijdrage aan de doelstellingen kan worden bereikt. Met het beantwoorden van de vraag ‘Doen we deze dingen goed?’ wordt beoordeeld of de organisatie binnen de TSE goed is ingericht.

Om beide vragen goed te kunnen beantwoorden moet inzicht zijn in welke bijdrage vanuit de TKI's wordt geleverd aan de dubbeldoelstelling CO₂-reductie (CO₂-reductiepotentieel) op de lange termijn en bijdrage aan de economische ontwikkeling van Nederland (verdienpotentieel). Een totaalbeeld is noodzakelijk, dus met correctie van dubbeltellingen en interacties (zowel positief als negatief), om te kunnen bepalen wat de bijdragen zullen zijn aan de doelstellingen van de TSE van de 29 programmalijnen waar de TKI's zich nu op richten. Dit betreft **Deelonderzoek 1**, waarvan de rapportage voor u ligt.

In **Deelonderzoek 2** dient te worden bepaald of de TSE zich richt op de juiste thema's. Dit laatste in het licht van relevante ontwikkelingen in energie-huishouding, energiemarkten in Nederland en Noord West-Europa en energieprijzen, technologische ontwikkelingen, en van de afspraken in het Nationaal Energieakkoord voor duurzame groei. De uitkomsten hiervan treft u in een aparte deelrapportage. De **overkoepelende conclusies** zijn opgenomen in de managementsamenvatting van beide rapportages.

1.2 Achtergrond

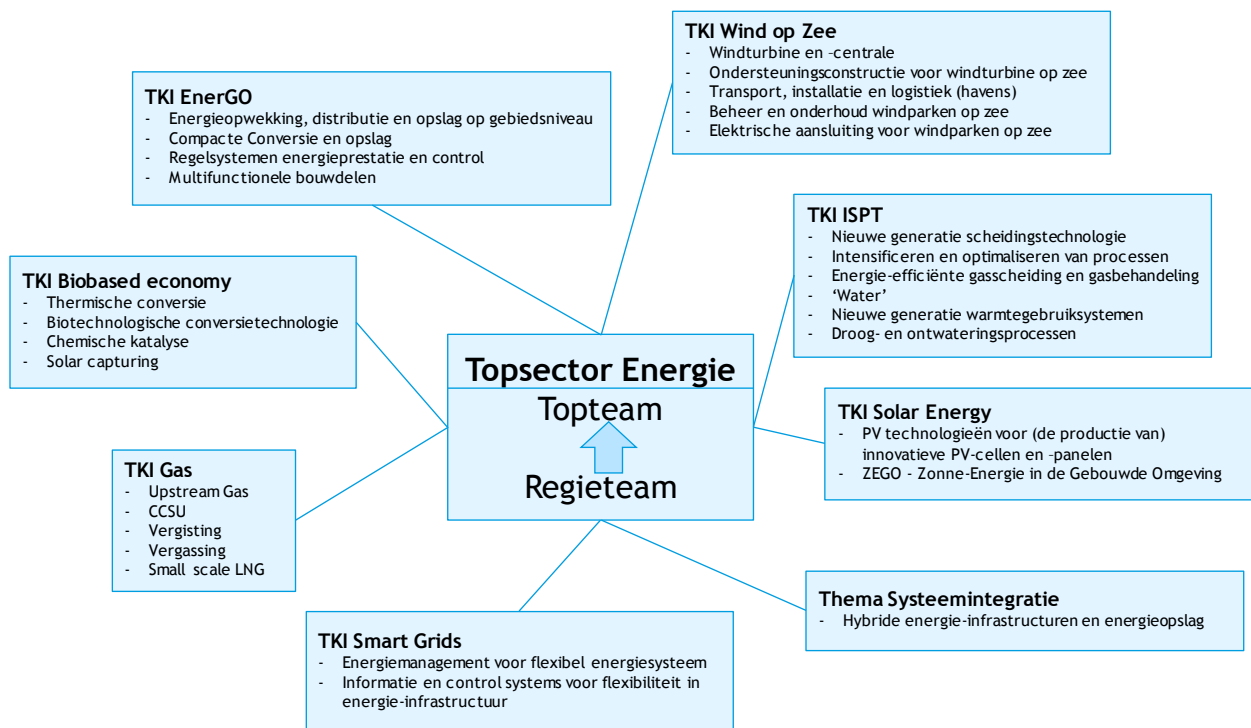
De Topsector Energie is één van de negen topsectoren die door het vorige Kabinet is aangewezen. In de Topsector Energie werken bedrijven, wetenschappers en de overheid samen. De doelstelling van de Topsector Energie is tweeledig. Er wordt gericht op innovaties die in Nederland zowel een bijdrage leveren aan emissiereductie van broeikasgassen ('groen-doelen') als aan economische ontwikkeling ('groei-doelen'). Op de korte termijn (2020) dragen energie-innovaties bij aan het verlagen van de kosten voor het reduceren van CO₂-emissies, het ontwikkelen van hernieuwbare energiebronnen en het slimmer benutten daarvan. Op de lange termijn (2050) zijn energieonderzoek en energie-innovatie de dragers van de fundamentele transitie naar een CO₂-arme Nederlandse energiehuishouding door de ontwikkeling van nieuwe technieken.

Vraagsturing vanuit de markt staat centraal in het topsectorenbeleid. De Topsector Energie draagt daar aan bij door het stimuleren van Publiek-Private Samenwerking (PPS) in de projecten. De bedrijven zorgen voor de vraagsturing vanuit de markt.



De Topsector Energie bestaat uit zeven Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's), waarbinnen het bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samenwerken aan duurzame groei. De Topsector Energie is gestart in 2011. De eerste jaren zijn gebruikt om partners te mobiliseren en de organisatie op te zetten. De ambities van bedrijven en kennisinstellingen zijn binnen de TKI's vertaald in 29 programmalijnen en concrete onderzoeksprogramma's. In 2014 wordt een zogenaamde Periodieke Review uitgevoerd.

Figuur 1 Organisatiestructuur van de Topsector Energie, met daarin de zeven TKI's en de in totaal 29 programmalijnen



Thema's en TKI

Naast de organisatorische indeling van de (portfolio) van de Topsector Energie, kunnen de thematische velden worden onderscheiden waarop de zeven TKI's actief zijn. Dat betreft nationale en internationale markten waarop met gerichte innovaties door de TKI's een bijdrage aan wordt geleverd. Het betreft in feite de totale omvang van bijvoorbeeld de sector Zon of Wind op Zee. Binnen deze studie spreken wij nadrukkelijk over thema's of markten om daarmee aan te duiden dat omvang van de markt voor Solar Energy een ander begrip is als de bijdrage die vanuit een TKI aan de toekomstige markt-ontwikkeling kan worden geleverd. Een TKI kan zich richten op een beperkt deel van de technieken, of een groter deel van de technieken op deze *eigen markt* stimuleren.

Daarnaast is het zo dat de activiteiten die door de TKI's worden ontplooid, bijdragen aan de ontwikkeling van de Nederlandse energiesector (en deelsectoren), maar andere factoren (implementatiebeleid, 'thuismarkt' voor bijvoorbeeld hernieuwbare energie) spelen tevens een cruciale rol in de ontwikkeling van de sector. Het beantwoorden van de laatste vraag raakt aan de effectiviteit van de TKI's en het wegnemen van knelpunten op weg naar markttoepassing. Immers niet de innovatie bepaalt de reductie of werk-gelegenheid, maar de toepassing ervan in de energievoorziening.

1.3 Doel evaluatie

De onderzoeksvraag van Deelonderzoek 1 luidt: 'Is de door de TKI's gemaakte inschatting reëel en onderling consistent ten aanzien van wat de sectoren in 2020 en 2030 gaan bereiken in termen van CO₂-emissiereductie en economische ontwikkeling, respectievelijk wat de inzet van de TKI's daaraan bij gaat dragen?'

De verschillen tussen de door de TKI's gerapporteerde cijfers en de nulmeting van Ecofys berekende waarden geven aan hoe belangrijk het is een juist beeld te hebben van de beginsituatie (de nulmeting) om een toekomstige verwachting (het potentieel) te kunnen berekenen. Het is van belang voor het Topteam Energie om een beeld te hebben van de meerwaarde van de programmalijnen binnen de TKI's voor de betreffende sectoren om robuuste financierings-beslissingen te kunnen nemen. Dat beeld moet gebaseerd zijn op juiste, betrouwbare en vergelijkbare cijfers.

De bijdragen die aan 'groen' en aan 'groei' worden geleverd vanuit TKI, worden uitgedrukt in prestatie-indicatoren. In de rapportage 'Prestaties en het potentieel van de Topsector Energie' van Ecofys uit 2013 wordt geadviseerd om de set indicatoren in te perken tot twee:

- CO₂-emissiereductie (op basis van PJ vermeden primaire energie). In het rapport worden de CO₂-reductie, en PJ als jaarlijkse besparing gedefinieerd;
- werkgelegenheid (voltijdbanen).

Daarnaast zullen wij in deze studie tevens kijken naar omzet (productiewaarde) en exportpotentieel. Tabel 1 geeft een overzicht.

Tabel 1 Overzicht indicatoren

	Indicatoren
Energie en klimaat	CO ₂ -emissiereductie; – op basis van geïnstalleerde vermogen/productie bij hernieuwbaar – op basis van vermeden fossiel primair gebruik
Economie	Productiewaarde Exportoriëntatie Werkgelegenheid

De indicator CO₂-emissies/reductie is zinvol om te hanteren en maakt het goed mogelijk om de onderlinge prestaties tussen de TKI's te vergelijken en in de tijd te monitoren.

1.4 Gevolgde aanpak en leeswijzer

Deze rapportage is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 2 geeft een beeld van de belangrijkste bevindingen per TKI. Voor deze evaluatie is een analyse gemaakt van nulmeting, toekomstige ontwikkeling en additionele bijdrage aan de markt waarop de TKI actief is. De analyses zijn gebaseerd op de vooruitblikken voor 2014 en aanvullende door de TKI beschikbaar gestelde documenten. De volledige analyses staan in het achtergronddocument met TKI-analyses. In deze analyses per TKI worden de huidige en verwachte bijdragen per sector bepaald en vergeleken met de sectorcijfers van de TKI's zelf. Het evaluatieteam geeft in Hoofdstuk 2/bijlagen aan of de indicatoren realistisch zijn, en of



er sprake is van mogelijke dubbeltellingen of een synergie met andere werkvelden van TKI's. Waar mogelijk worden correcties gepresenteerd. Hoofdstuk 3 geeft een analyse van de huidige omvang per thema en de toekomstige ontwikkelingen. De toekomstige ontwikkeling zou men het 'referentiescenario' kunnen noemen waartegen de bijdrage per TKI afgezet kan worden. De vraag is dan hoe indicatoren zich zouden ontwikkelen (of zich gaan ontwikkelen) wanneer de TKI niet zou bestaan. Echter, vaak is ook al een zekere innovatie verondersteld in de ontwikkeling van de Nederlandse markt voor Solar Energy of Wind, bijvoorbeeld om kostprijsreductie te realiseren of nieuwe praktijktoepassingen (gebouw-integratie) mogelijk te maken. Het is dan meer de vraag in welke mate deze beoogde toekomstige ontwikkeling afhankelijk is van innovatie.

In Hoofdstuk 4 presenteren we een meta-analyse waarin we de additionele bijdrage vanuit de TKI en programmalijnen aan de toekomstige ontwikkelingen schetsen. Feitelijk is dit kern van onderzoeksvraag: 'Zijn de (additionele) baten van de TKI's realistisch en gebaseerd op de juiste aannames?' Daarvoor stellen we vast op welke wijze energie-innovaties in de TKI tot stand komen en hoe deze bijdragen aan de overall korte (2020) en lange termijn (2050) doelstelling van de Topsector Energie. Dat kan door het verlagen van kosten voor het reduceren van CO₂-emissies, ontwikkelen van energie-technieken, slimmer benutten van bestaande innovaties of wegnemen van knelpunten.

Hoofdstuk 5 geeft inzicht in een aantal prestatie-indicatoren die aangeven hoe de TKI's en hun programmalijnen het tot op heden hebben gedaan.

Tenslotte presenteert Hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen.



2 Analyse per TKI-thema

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk presenteren we de belangrijkste uitkomsten voor de thema's waarop de zeven TKI zich richten. Deze uitkomsten zijn gebaseerd op de samenvatting van de betreffende TKI-analyse (zie apart achtergrond-document). In de deelanalyses per TKI worden de huidige en toekomstig te verwachten bijdragen per thema (sector) bepaald en vergeleken met de sectorcijfers van de TKI's zelf. In Paragraaf 2.9 wordt aangegeven of de indicatoren realistisch zijn, en of er sprake is van mogelijke dubbeltellingen of een synergie met andere werkvelden van TKI's. Waar mogelijk zijn correcties aangebracht.

2.2 TKI-thema Wind op Zee



De TKI WoZ is gericht op de gehele waardeketen voor WoZ, met de focus op ondersteuningsconstructies, transport, installatie en logistiek, en beheer en onderhoud. In deze sectoren heeft de Nederlandse industrie op de wereldmarkt een sterke positie en de verwachting is dan ook dat hier de meeste toegevoegde waarde kan worden gerealiseerd. In 2010/2011 stond er in Nederland ca. 247 MW geïnstalleerd vermogen aan windmolens opgesteld op zee. De werkgelegenheid van de sector wordt door het TKI voor 2010 ingeschat op ca. 2.000 fte, terwijl de omzet wordt ingeschat op ca. € 1,2 miljard. Deze inschattingen komen redelijk goed overeen met inschattingen zoals die door het CBS worden gedaan (CBS, 2013) en de kleine verschillen zijn goed te verklaren (CBS kijkt enkel naar de pre-exploitatiefase, TKI naar de gehele waardeketen). De inschattingen van de TKI voor de nulmeting zijn volgens ons dan ook plausibel.

Voor 2020 (basispad) sluit het TKI WoZ aan bij de ambities uit het SER-Energieakkoord. Dit betekent dat er in 2020 ca. 2 GW geïnstalleerd vermogen en een kostprijsreductie van 40% dient te zijn gerealiseerd. Hoewel deze kostenreductie zeer ambitieus is, lijkt die wel haalbaar. Deze ontwikkelingen leiden volgens het TKI WoZ tot ca. 11.000 extra banen in 2020 (en 20.000 extra banen in 2030). Ook zou de omzet van de sector stijgen met € 5 miljard in 2020 en € 10 miljard in 2030. Deze inschattingen zijn gebaseerd op groei inschattingen voor de Europese offshore markt, waarbij is aangenomen dat Nederland in 2020 hetzelfde marktaandeel (15%) heeft als in 2010. Deze methodiek en de resulterende schattingen voor werkgelegenheid en omzet lijken ons plausibel. De door het TKI ingeschatte CO₂-reductie van Wind op Zee in 2020 is daarentegen te positief. Hiervoor zijn twee redenen: allereerst gaat het TKI bij de bepaling van de CO₂-reductie uit van te veel geïnstalleerd vermogen (5,2 GW i.p.v. 2 GW die volgens het SER-Energieakkoord in 2020 dient te zijn gerealiseerd) en ten tweede hanteren ze een te hoge emissiefactor voor de in Nederland geleverde elektriciteitsmix. We stellen dan ook voor om die naar beneden bij te stellen naar 4,3 tot 5,5 Mton. De bovenstaande ontwikkelingen voor de sector WoZ zijn uiteraard niet volledig het gevolg van de activiteiten die door de TKI WoZ worden ondernomen. Door het TKI wordt geen inschatting gegeven van de additionaliteit van de door hun uitgevoerde activiteiten. Wel geven ze aan dat

de kostprijsbesparingen die worden gerealiseerd door de verbetering van windturbines (en dus ook de daaraan gerelateerde effecten op geïnstalleerd vermogen en werkgelegenheid) slechts beperkt in Nederland gerealiseerd worden; het grootste deel van deze kostenbesparingen (ca. 85%) wordt gerealiseerd in het buitenland. Vandaar dat we er vanuit gaan dat 15% van de omzet die volgt uit deze programmalijn toegeschreven kan worden aan succesvolle innovaties binnen deze programmalijn. Voor de kostenbesparingen met betrekking tot ondersteuningsconstructies, transport, installatie en logistiek en beheer en onderhoud mag worden aangenomen dat de bijdrage van de Nederlandse industrie significant groter is gezien hun leidende positie op de wereldmarkt. Voor deze programmalijnen gaan we er dan ook vanuit dat 70% van de omzet is toe te schrijven aan succesvolle innovaties binnen die programmalijnen. Voor 'intern elektrisch netwerk en aansluiting' gaan we uit van 50%. Tot slot, ook de bijdrage van de Strategische Werkstromen is waarschijnlijk in veel gevallen additioneel, aangezien dit thema zich veelal richt op specifieke kansen/belemmeringen voor de Nederlandse offshore sector.

Samenvattend: de raming voor de nulmeting en het basispad zijn over het algemeen realistisch en onderbouwd en bevatten geen dubbelstellingen. Alleen voor de CO₂-emissiereductie in 2020 stellen we voor om die naar beneden bij te stellen naar 4,3 tot 5,5 Mton.

2.3 TKI-thema ISPT



De TKI-ISPT richt zich op energie-intensieve processen in de industrie, en innovatieve technologieën die gericht zijn om daar substantiële besparingen in te realiseren. In de ketenafbakening kiest de TKI ervoor directe en indirecte werkgelegenheid in de hele industrie. Bij banenbehoud/groei, is de aanname, dat door investeringen in energie-efficiency de procesindustrie in Nederland behouden blijft/groeit. Hoewel we hier zeker een eind in deze redenering meegaan, zijn indirecte effecten (evenals bij TKI Smart Grids en andere TKI's) geen onderdeel van de door ons gekozen afbakening.

TKI raamt overall baten van ca. 200 PJ besparing in 2020, met omzet van 5,6 M€ en 11.000 nieuwe banen. De raming van 200 PJ is erop gebaseerd dat de innovaties uit de TKI ISPT volledig in de Nederlandse industrie geïmplementeerd worden. De omzetraming en banenbehoud/groei zijn hier afgeleiden van. Het is echter onwaarschijnlijk dat deze mate van energiebesparing per 2020 gerealiseerd zal zijn: er zijn forse belemmeringen bij implementatie van innovaties in de industrie. Industrie wil 100% bewezen technieken, en investeringen moeten zich snel (typerend twee jaar) terugverdienen. Ervaring is dan ook dat implementatie langzaam gaat.

Een tweede factor is de levensduur van installaties in de procesindustrie: veel installaties gaan lang mee, ordegrrootte 40 jaar, en het is niet te verwachten dat deze in de periode tot 2020 worden vervangen. Onze benadering komt uit op een 'technisch' besparingspotentieel van ca. 30 PJ in 2020. Het aantal arbeidsplaatsen in de sector industriële energiebesparing kan daarbij maximaal groeien van 4.350 tot ca. 8.700.

Hierin is gekeken naar zowel de exploitatiefase als de pré-exploitatiefase. Onderhoud, tijdige vervanging van deelsystemen en apparaten, optimalisatie en vernieuwing van procescontrol leiden tot belangrijke besparing en

efficiencyverhoging¹. Al deze activiteiten worden uitgevoerd vanwege een combinatie van drijfveren als bedrijfszekerheid, veiligheid, productverbetering en doorzetvergroting maar ook ten behoeve van energie efficiencyverhoging.

Tenslotte is gekeken naar de *additionaliteit* van innovaties die vanuit de TKI ondersteund worden. Rekening houden met de succes-rate van innovaties volgt een mogelijk haalbare besparing van 1-7 PJP in 2020. Door het team is de inschatting gedaan dat de prognoses voor omzet en reductiepotentieel in belangrijke mate (80%) afhankelijk is van succesvolle innovatie.

Samenvattend: de ramingen voor werkgelegenheid en energiebesparing voor 2020 zijn niet reëel en sluiten ook niet aan bij de afbakening zoals we die in dit onderzoek uniform voor alle TKI's hanteren. Voor de omvang van de TKI is de gehele procesindustrie (dus DSM, Shell, AkzoNobel, etc.) als uitgangspunt genomen, terwijl slechts een deel van de waardeketen als ISPT beschouwd wordt in de gekozen afbakening van dit onderzoek².

2.4 TKI-thema Smart Grids



De afbakening voor de sector Smart Grids is niet eenduidig te maken, vanwege de vele complexe verbindingen in de sector, maar vooral door de relaties met andere sectoren die moeilijk los te zien zijn.

De sector Smart Grids is feitelijk een 'enabling technology' voor andere energie-gerelateerde sectoren. In navolging van de TKI hebben we echter vooral gekeken naar *directe effecten en bijdrage* van de sector zelf. De indirecte bijdrage van Smart Grids aan de financiële besparing in het energiesysteem (besparing in netten en minder onbalans en meer ruimte voor duurzame energie) worden door het TKI wel becijferd, maar zijn geen onderdeel van de door ons gevolgde afbakening³.

In 2010 werken ca. 500 fte in de sector Smart Grids. In 2014 zijn dat er al ca. 1.000 fte extra in verband met de uitrol van de slimme meter. De afbakening van de sector is diffuus omdat veel bestaande partijen 'Smart Grid'-activiteiten 'erbij gaan doen'.

Ook worden inschattingen gegeven van de toekomstige markontwikkeling in 2020. De marktontwikkeling telt op tot € 290 mln in 2020 en € 677 mln in 2030. Deze omzetschattingen zijn afgestemd op de investeringskosten t.b.v. intelligente netten die geraamd zijn in de MKBA Intelligente Netten (CE Delft en DNV GL/KEMA, 2012). Deze kwantificering kent waarschijnlijk geen grote overlap met de andere TKI's⁴. Op grond van Ecorys (Ecorys, 2010) is ingeschat dat de directe werkgelegenheid binnen 'Smart Grids' zal stijgen tot 3.000-4.500 (2020) en 6.000-13.500 (2030).

¹ CBS hanteert ca. 6.000 banen voor de totale pre-exploitatiefase van energiebesparing (dus inclusief Gebouwde Omgeving). Aangenomen is dat de helft hiervan werkzaam is in de procesindustrie. Uitgaande van een CAPEX-OPEX-verhouding van 3% en een gemiddelde levensduur van 15 jaar kan de werkgelegenheid in exploitatiefase becijferd worden als 45% van 3.000 = 4.350 in 2010.

² Verwezen wordt tevens naar de CBS-afbakening gehanteerd in de NEV2014: <https://www.ecn.nl/fileadmin/ecn/units/bs/Energieverkenning/2014/2014-Scope-van-de-NEV-pub.pdf>.

³ Naast de toekomstige marktontwikkeling zijn er ook besparingen dankzij Smart Grids gekwantificeerd (gebaseerd op de MKBA IN): € 138 mln in 2020 en € 979 mln in 2030 per jaar.

⁴ Al is dat niet geheel uit te sluiten, omdat een deel van de markten wel overlappen.

Het TKI ondersteunt innovaties die bijdragen tot de toekomstige ontwikkeling van de Smart Grids-sector. Het TKI geeft niet aan in hoeverre dankzij het TKI er additionele werkgelegenheid gecreëerd wordt in 'Smart Grids' of de andere sectoren waar Smart Grids een rol spelen. Hiervoor is in Hoofdstuk 5 een scenario-analyse uitgevoerd om de additionaliteit per TKI en programmalijn vast te stellen.

Een deel van het toekomstige marktpotentieel van producten en diensten op het gebied van Smart Grids is het gevolg van Nederlandse innovaties die door het TKI worden ondersteund. Een ander deel van dit potentieel kan echter ook doorgang vinden zonder deze (Nederlandse) innovaties, bijvoorbeeld omdat marktpartijen kennis uit het buitenland gebruiken, of omdat marktpartijen uitgaande van hun huidige bedrijfsvoering hun marktpositie kunnen continueren. Om het innovatiepotentieel te kwantificeren is door ons ingeschat dat driekwart (75%) van de toekomstige ontwikkeling van de sector en de marktomvang het gevolg kan zijn van succesvolle innovatie, en een kwart (25%) van de toekomstige activiteiten dankzij de autonome verbetering van processen tot stand komt. Hierbij hebben we de volgende redenering gebruikt:

- Aan de ene kant kun je stellen dat innovaties in Smart Grids absoluut nodig zijn om flexibilisering van het energiesysteem door verslimming te bewerkstelligen. De complexiteit van het energiesysteem is dusdanig dat niet met simpele oplossingen die op de tekentafel worden bedacht de uitdagingen adequaat tegemoet gekomen kunnen worden. Het TKI biedt ruimte aan de opschaling van pilots en experimenten volgend op de IPIN pilotprojecten. Hier wordt kennis ontwikkeld die nodig is om producten en diensten te maken die de flexibiliteit in het energiesysteem vergroten, en waarbij problemen met de implementatie, waaronder onderschatting van de complexiteit (bijvoorbeeld splitsing facturering/invoering slimme meter) worden verkomen.
- Aan de andere kant kun je ook stellen dat een bepaalde mate van flexibilisering ook doorgang zal vinden zonder innovaties op het vlak van Smart Grids. Dit was vroeger, in de situatie van geïntegreerde nutsbedrijven, eenvoudiger voor elkaar te krijgen dan nu. Desondanks is het denkbaar dat de laadstrategie van elektrische auto's lokaal af te stemmen is. Ook is voorstelbaar dat gebouw energiemanagementsystemen zelf-optimaliserend en beperkt responsief te maken zijn zonder slimme interactie met het systeem, maar een bepaalde mate van ICT-koppeling zal nodig zijn. De opbrengst in termen van besparing/maatschappelijke baten/werkgelegenheid zou niet nul zijn, maar wel significant lager dan onder de invoering van Smart Grids.

Enabling bijdrage: waar ligt het tipping point?

De Smart Grids-sector levert in de visie van het TKI geen unieke bijdrage, maar een enabling bijdrage aan energietransitie. Het rekenen met 'enabling bijdrage' van smart grids aan de betere inpassing van duurzame opwek en nieuwe vraag, brengt het gevaar van dubbeltellingen met zich mee. Om deze enabling bijdrage te kunnen bepalen, dient een inschatting te worden gemaakt van zogenaamde tipping point. Bij welk percentage intermitterende bronnen gaat het energiesysteem 'kraken'.

Het is niet gemakkelijk om een jaartal te noemen vanaf wanneer, of een bepaalde hoeveelheid hernieuwbare productiecapaciteit waarbij Smart Grids, echt noodzakelijk zijn om een verdere toename van duurzame energievoorziening mogelijk te maken. Veelgenoemde percentages hernieuwbare elektriciteit zijn 30-35%, maar ook 25% waar specifieke problemen zich kunnen manifesteren (bijv. onbalansmarkt). Het SER-Energieakkoord verwacht in 2020 nog geen (grote) problemen, alhoewel er in 2020 al sprake van een percentage hernieuwbare elektriciteit zal zijn dat in het genoemde bereik ligt. Maar vanaf



6 GW wind kan dit het geval zijn. Gezamenlijk neigen verschillende recente bronnen naar een moment tussen 2020 en 2030 waarbij problemen op grotere schaal gaan ontstaan, maar voor 2020 kunnen ook al knelpunten ontstaan waarbij Smart Grid-oplossingen betekenisvol zijn.

Momenteel rekent het TKI met een vast percentage van 10% van het aandeel hernieuwbare elektriciteit van Zon en Wind in de elektriciteitsvoorziening als tipping point voor de *enabling bijdrage*. De aldus berekende totale *enabling bijdrage* telt op tot 97 PJ in 2020 en 369 PJ in 2030. Het TKI maakt de enabling bijdrage van Smart Grids kwalitatief hard en beargumenteert zo waarom de onderzoeksactiviteiten en innovaties van groot belang zijn. Gegeven de taakstelling van dit onderzoek (getallen zonder dubbeltellingen met andere TKI's), alsook de grote spreiding in inschattingen van wanneer het tipping point gaat optreden, nemen wij deze kwantificeringen van PJ en CO₂-emissiereductie niet over in figuren en tabellen in dit rapport.

Samenvattend: Smart Grids vormen binnen het portfolio van de TSE een unieke TKI, vanwege de enabling bijdrage voor het gehele energiesysteem. Dit maakt baten zeer lastig toerekenbaar, en dubbeltellingen onvermijdbaar. Dat is inherent aan het enabling karakter. Het is de vraag of ondubbelzinnig een unieke bijdrage ex-ante vastgesteld kan worden.

2.5 TKI-thema Solar Energy



De sector groeide de afgelopen jaren onstuimig, zowel mondiaal als in Nederland. In Nederland is het opgesteld vermogen in de periode 2011 t/m 2013 jaarlijks ruim verdubbeld. Dit is mede te danken aan de mondiale kostenreducties van PV-systemen, aan de kostenreducties bij fysieke en elektrische gebouwintegratie, en aan de salderingsregeling. Hierdoor is het punt van grid parity voor klein-gebruikers van elektriciteit doorbroken. Groeiprognoses worden keer op keer overtroffen door de feiten. De wereldmarkt laat soortgelijke groeicijfers zien.

De verwachting is dat de procentuele groei van het opgesteld vermogen in Nederland na 2020 geleidelijk gaat afvlakken, terwijl het opgesteld vermogen in absolute termen blijft groeien. Dat lijkt plausibel, en is in lijn met de verwachte ontwikkeling van de turn-key systeemprijzen. De TKI benoemt ook de belemmerende factoren voor verdere groei, en heeft daartoe samenwerking met andere TKI's gezocht (o.a. Smart Grids, EnerGO, Gas).

De cijfers die de TKI hanteert voor de groei van de sector in Nederland, zowel het downstream- als het upstreamdeel, zijn in onze ogen realistisch en vermoedelijk aan de voorzichtige kant. Dit geldt zowel voor het opgesteld vermogen in Nederland als voor de economische parameters. De samenwerkingen die ontstaan aan upstreamkant lijken relevant om de positie van de Nederlandse toeleveringsindustrie te handhaven of zelfs uit te breiden. De productontwikkeling en de samenwerkingen aan de downstreamkant lijken relevant om te zorgen dat ten eerste ook de minder optimale gebouwoppervlakken kunnen worden benut, ten tweede dat verdergaande kostprijsreducties in het installatiedeel tot stand komen, ten derde dat de slag wordt gemaakt naar daadwerkelijke integratie van zonne-energie. Dat laatste voorkomt dat de nu gunstige stemming t.a.v. zon-PV uiteindelijk om zou kunnen slaan.

Naar aanleiding van deze Review zal een bijstelling van ambities en onderliggende marktontwikkeling plaatsvinden⁵. Deze bijstelling is echter niet meegenomen in dit rapport.

Samenvattend: de ontwikkeling van nulmeting en basispad zijn realistisch en gezien de huidige onstuimige groei eerder aan de conservatieve dan aan de optimistische kant. De TKI heeft daarbij veel ervaring op kunnen doen als een van de voorbeelden van de McKinsey-studie⁶.

2.6 TKI-thema Gas



Het programma van het TKI Gas bestaat in principe uit een portfolio van vijf gedeeltelijk samenhangende inhoudelijke hoofdlijnen die voortbouwen op de sterke positie die aardgas in Nederland inneemt:

- twee programmalijnen gericht op productie van aardgas of daarmee vergelijkbaar gas uit gasvelden (upstream gas) en uit biomassa (groen gas);
- twee programmalijnen gericht op uitbouw van de rol van aardgas als transitiebrandstof in energiesector (Systeemfunctie van Gas⁷) en transportsector (small scale LNG);
- een programmalijn gericht op CO₂-afvang en opslag (CCUS), feitelijk vooral gerelateerd aan kolengestookte energiecentrales⁸.

In Nederland werd in 2010/2011 circa 30 BCM⁹ aardgas uit ‘kleine velden’¹⁰ geproduceerd en circa 60 miljoen m³ groen gas uit biomassa. Er werd circa 6 miljoen m³ LNG in transport gebruikt. De aan deze activiteiten gerelateerde werkgelegenheid en omzet bedroegen respectievelijk € 5,4 miljard en 14.350 fte’s beide grotendeels gerelateerd aan aardgaswinning.

In de TKI Gas wordt ook werkgelegenheid en omzet gerelateerd aan bijvoorbeeld handel in aardgas meegerekend in de prestaties van de aan de TKI gerelateerde sectoren. Maar dit is ons inziens niet terecht omdat ook bijvoorbeeld gehandeld kan worden met geïmporteerd gas en er dus geen directe relatie is tussen gashandel en gasproductie.

Voor 2020 en 2030 gedefinieerde doelstellingen komen neer op handhaven van de huidige productieomvang van aardgas uit ‘kleine velden’ en een significante

⁵ Hierbij is de meest waarschijnlijke waarde van het opgesteld zonPV-vermogen in Nederland in 2020 omhoog gesteld van 4 GWp naar 6 GWp. In de SER-doorrekening is voor 2020 nog uitgegaan van 3 GWp. Het TKI hanteerde tot voor kort voor 2020 een bandbreedte van 3-8 GWp, met meest waarschijnlijke waarde van 4 GWp.

⁶ De TKI Solar Energy heeft als pilot in een onderzoek van McKinsey onderbouwd wat de sectorontwikkeling kan zijn, zowel upstream als downstream.

⁷ De programmalijn ‘Systeemfunctie van Gas’ is inmiddels verbreed tot een TKI Energie-breed Programma ‘Systeemintegratie’.

⁸ De programmalijn CCUS is wel besproken met de programmalijnmanager, maar niet geëvalueerd. Uitvoering van deze programmalijn is dusdanig vervlochten met het wel of niet doorgang vinden van het ROAD CCS -project dat het ook naar mening van de programma-lijnmanager vanwege de grote onzekerheid over wel of niet doorgaan van dit evaluatie weinig zinvol was.

⁹ BCM = billion cubic metre, één miljard kubieke meters.

¹⁰ Andere gasvelden dan het Groningen gasveld.

uitbouw van productie van groen gas uit biomassa (0,3 respectievelijk 3 BCM/jaar) en de inzet van LNG in transport (1 respectievelijk 3,5 BCM/jaar).

Voor werkgelegenheid, omzet en CO₂-reductie zijn deels - voor 'Small Scale LNG' - geen doelstellingen bekend uit de programmalijnen. Voor aardgasproductie uit kleine velden en groen gas productie samen zouden in 2020 en 2030 omzet en werkgelegenheid 63.000 fte's en € 50 miljard respectievelijk 87.000 fte's en € 51 miljard bedragen. De verwachte ontwikkeling van productie van groen gas en conventioneel gas en voor inzet van LNG zijn over het algemeen realistisch. Alleen de in de programmalijn 'Upstream Gas' veronderstelde productie van schaliegas (ca. 3 BCM/jaar) is in onze perceptie nog zeer onzeker vanwege de beperkte beschikbare informatie over schaliegasvoorraden en de nog lopende maatschappelijke discussie over de wenselijkheid van schaliegaswinning (Rijksstructuurvisie Schaliegas). Wij hebben de productie van schaliegas vanwege onzekere uitkomst van de lopende Rijksstructuurvisie niet in onze eigen analyse meegenomen.

De voor 2020 en 2030 voor 'Upstream Gas' en 'Groen Gas' genoemde bijdragen aan werkgelegenheid en omzet zijn te hoog. Bij de bijdrage aan werkgelegenheid zijn voor 'Upstream Gas' ook andere sectoren meegerekend die niet direct aan gasproductie zijn gerelateerd. Voor de aan productie van 'Groen Gas' gerelateerde werkgelegenheid is een andere arbeidsproductiviteit als gangbaar in rapportages van ECN en CBS. Bij omzet zijn voor 'Upstream Gas' kapitaalstromen meegenomen gerelateerd aan andere sectoren dan alleen gasproductie. Om die redenen denken wij dat de bijdragen aan werkgelegenheid en omzet voor deze twee programmalijnen zouden moeten worden aangepast tot 13.700 fte's en € 8 miljard in 2020.

De aan 'Groen Gas' gerelateerde CO₂-emissiereductie in 2020 en 2030 is in overeenstemming met de beoogde groen-gasproductie, rekening houdend met de CO₂-emissie per m³ vervangen aardgas. Voor 'Small Scale LNG' hebben wij zelf schattingen gemaakt voor werkgelegenheid, omzet en CO₂-emissies op basis van openbare literatuur.

Innovatie is naar onze inschatting cruciaal voor behoud van werkgelegenheid bij 'Upstream Gas' - zonder innovatie zal gasproductie uit bestaande velden tussen nu en 2030 sterk afnemen en zullen weinig nieuwe velden kunnen worden ontdekt en in productie kunnen worden genomen. Om die reden is aangenomen dat omzet en werkgelegenheid in 2020 voor een zeer belangrijk deel (80%) afhangen van het welslagen van innovaties op het gebied van verbeterde winning.

Gas is een belangrijke sector voor de economie Nederland, hetgeen blijkt uit de huidige omvang van de sector. Van alle thema's uit de portfolio is gasector de belangrijkste. De geschetste ontwikkeling tot 2020 van de gasector wordt realistisch geacht zij het dat schaliegaswinning nog niet tot besloten beleid gerekend kan worden en nog van vele factoren afhankelijk is.

Additionaliteit van de TKI ten opzichte van al lopende onderzoeken en samenwerkingsverbanden is lastig aan te geven en niet kwantificeerbaar. Maar samenwerking tussen partijen is over het algemeen intensiever en opener dan anders. Een andere toegevoegde waarde is dat dit de eerste keer is dat alle bij gasproductie, groengasproductie en LNG gebruik in transport in Nederland betrokken partijen in de programmalijn samenwerken. Tenslotte kan gesteld worden dat ook de toekomstige ontwikkeling



van kleine velden productie zeer afhankelijk is van succesvolle innovatie vanuit de TKI.



2.7 TKI-thema BBE



De TKI BBE heeft een sterk sector overstijgend karakter. Gezien de aard van bijdrage van de biobased economy is dit een groot voordeel. Voor de TSE is echter specifiek gekeken naar de marktontwikkeling op het energie-terrein. Binnen de TSE valt het onderzoek naar de productie van energiegewassen¹¹, de conversie van energiegewassen en reststromen van de veevoeder en voedingsindustrie naar chemische verbindingen, materialen en biobrandstoffen zowel via chemische conversie als bioraffinage. Daarnaast is er een programmalijn die zich richt op vastlegging van CO₂ met zonlicht voor de productie van chemicaliën. Dit onderzoek wordt gedaan via vier programmalijnen.

Voor de inschatting van de huidige omvang van de heeft de TKI gebruik gemaakt van het rapport *'Biobased Economy in Nederland'* van het platform groene grondstoffen uit 2008 (PGG, 2008) en de onderliggende economische analyse door het Copernicus Instituut en het Landbouw Economisch Instituut (Copernicus/LEI, 2008). Aangezien deze studie verouderd is, hebben we de meest recente inventarisatie van de biobased economy, die opgesteld is in opdracht van RVO (CE Delft, 2014), gebruikt voor de nulmeting. Als input voor deze inventarisatie zijn de gegevens van 400 bedrijven gescreend. In het kader van de RVO is de werkgelegenheid in de biobased economy vastgesteld in de chemie, de energieproductie en de productie van grondstoffen in de Nederlandse bosbouwsector ten behoeve van energie en materialen op 4.100 fte. Wij merken op dat dit ook een bredere definitie is dan alleen bio-energie in de CBS Radar, omdat ook de biobased chemie is meegenomen.

Van alle TKI's is de inschatting van het basispad 2010-2020 het lastigst. *Worst case* is dat er niet veel anders gebeurt dan dat de onderzoekscentra en kennisinstellingen die betaald worden uit deze programmalijnen aan het werk gehouden worden. *Best case* is dat er wel degelijk een start gemaakt kan worden met de verduurzaming van de Nederlandse industrie. Als er nieuwe fabrieken gestart worden als gevolg daarvan is het mogelijk dat daarbij 200-600 nieuwe banen gerealiseerd worden.

Op zich zou de transitie naar biobased een nieuw elan en nieuw perspectief voor de Nederlandse chemische sector kunnen brengen, maar dan is het wel heel belangrijk dat goed nagedacht wordt wat er voor nodig is om de ontwikkelde technologie in Nederland gerealiseerd wordt en in hoeverre ervoor gezorgd kan worden dat dat gebeurt en wat de toegevoegde waarde voor Nederland is bij realisatie elders. Technische ontwikkeling in Nederland zorgt er niet automatisch voor dat de technologie ook in Nederland toegepast wordt.

De inschattingen van de beoogde ontwikkeling van de duurzame energieproductie wordt door ons realistisch geacht (programmalijn 1). Bij de overige programmalijnen zijn vraagtekens geplaatst. Voornamelijk omdat de beoogde ontwikkelingen ambitieus zijn en het halen van deze doelstellingen nooit door technisch onderzoek alleen gerealiseerd kan worden. Ter illustratie: er wordt bij de ambities van de TKI voor 2023 genoemd: 10% bijmenging van biobrandstoffen voor mobiliteit met sterk toenemend aandeel van de tweede generatie biobrandstoffen (conform cascaderingsprincipe). Het is bijvoorbeeld denkbaar dat de TKI kan bijdragen aan het ontwikkelen van de benodigde technologie om tweede generatie biobrandstoffen (conform

¹¹ Zowel op land als via algen productie in zee.

cascaderingsprincipe) bereikbaar te maken op een marktconforme prijs. Hierdoor zou het mogelijk zijn om ook na 2020 (waarvoor de EU nog geen aparte doelstellingen heeft voor biobrandstoffen) bijmengen van biobrandstoffen te continueren.

Samenvattend kan gesteld worden dat op basis van de beschikbare informatie dat de TKI BBE een goed beeld heeft van de technische knelpunten en die ook gericht aanpakt. Niettemin lijken de inschattingen van de werkgelegenheid en de toegevoegde waarde hoog, en brengen beoogde technische ontwikkelingen tot 2020 niet automatisch grote investeringen naar Nederland (met daaraan gerelateerd reducties en banen).

2.8 TKI-thema EnerGO



De TKI EnerGO richt zich op de thermische onderwerpen in de bestaande gebouwde omgeving, niet op nieuwbouw. De waardeketen wordt omschreven als: 'het ontwerpen, toeleveren van componenten en systemen, bouwen, beheeren en gebruiken van energieneutrale, bestaande gebouwen, installaties en gebieden'. De programmalijnen onder de TKI EnerGO, worden ondergebracht in drie niveaus: installaties, gebouw en gebied. De primaire focus van de TKI is thermische energie (warmte/koude) in de bestaande gebouwde omgeving.

De programmalijnen van de TKI richten zich op een deel van de totaal benodigde innovatie voor een energieneutrale gebouwde omgeving. Hoewel dit deel een belangrijke schakel in het geheel is, is zij niet de enige schakel. Voor de bepaling van de programmalijnen is gekeken op welke onderdelen van de route naar een energieneutrale gebouwde omgeving er fundamentele doorbraken nodig zijn én op welke onderwerpen Nederland een mondiale toppositie heeft op kennis en productie.

Het gepresenteerde (technische) potentieel van het thema gebouwde omgeving betreft 600 PJ in 2050. Het thermisch energiegebruik in de gebouwde omgeving is ongeveer 600 PJ. De TKI heeft aangegeven zich expliciet te richten op dat deel van het verbruik dat met de huidige technieken niet rendabel kan worden bespaard. Dit wordt ingeschat op ongeveer 60%. In totaal richt de TKI zich dus op 300-400 PJ aan besparingspotentieel in 2050. Uitgaande van een lineair reductiepad zou dat 45 PJ tot 60 PJ besparing in 2020 opleveren¹². De hiermee corresponderende CO₂-emissiereductie voor 2020 betreft 2,5 tot 3,4 Mton.

Op het vlak van werkgelegenheid leidt een onduidelijke afbakening tot niet-eenduidige getallen, welke slecht met elkaar te vergelijken zijn. Echter, op basis van eerdere ervaringen en onderzoek, achten wij de orde grootte van de inschatting van EnerGO voor het aantal banen wel realistisch en sluiten dan ook aan bij de gedane inschatting (46.000 banen in 2010), inclusief installatie, onderhoud en beheer (arbeidsintensief). Wanneer we alleen naar pre-exploitatie (inclusief maakindustrie) kijken gaat het naar verwachting om 3.000 banen¹³.

¹² Dit ligt in lijn met de recente inschatting van TKI EnerGO op basis van het EnergieAkkoord. Die inschatting komt uit op een potentieel van 50 PJ in 2023.

¹³ Hierbij is de aanname dat de helft van de krap 6.000 banen (2010) in de sector energiebesparing (pre-exploitatie) kan worden toegeschreven aan het thema EnerGO.

De vier programmalijnen zullen tezamen niet in staat zijn om ‘alleen’ de energietransitie van de gehele warmtevoorziening van de gebouwde omgeving te bewerkstelligen, daarvoor zijn ook andere (beleids)maatregelen nodig. De programmalijnen zijn voor die transitie wel een eerste, goede aanzet. De analyse van fundamentele knelpunten in deze transitie, de kansen die het Nederlandse bedrijfsleven heeft en de aangebrachte focus (alleen thermische energie) bieden een goede invulling de doelstellingen van de TKI.

De activiteiten van de TKI dragen bij aan de realisatie van het genoemde potentieel. Hoe groot de specifieke bijdrage van de TKI, of van elke programmalijn, is, is vanuit de TKI niet uitgebreid onderzocht. Om toch tot een uniforme inschatting van de bijdrage van de TKI's te komen, is in Hoofdstuk 3 van deze rapportage een scenario-analyse voor de additionaliteit.

Samenvattend: de inschatting van de marktomvang waarop de TKI EnerGO actief is, bevat enkele dubbeltellingen (Smart Grids). Het technisch potentieel dat door ons is bepaald is in lijn met de cijfers van TKI EnerGO zelf. De bouw en installatiesector is een belangrijke sector met een aanzienlijk marktvolume in de bestaande gebouwenvoorraad. Dit onderstreept het economisch en maatschappelijk belang van energiebesparende innovaties. De *maak-industrie - als onderdeel van de pre-exploitatiefase* - is aanzienlijk kleiner van omvang dan de bouw- en installatiesector.

2.9 Dubbeltellingen en synergie

Naast het analyseren van de TKI's individueel is ook gekeken naar eventuele dubbeltellingen en synergie, zowel op niveau van programmalijn als van TKI.

Synergie

In de gebouwde omgeving zitten de eindgebruikers waar een deel van de andere TKI-thema's zich ook op richt. EnerGO focust op de thermische energievraag in de (bestaande) gebouwde omgeving, maar deze raakt steeds meer verweven met de elektrische vraag. Deze integrale benadering wordt ook nagestreefd binnen de verschillende programmalijnen binnen EnerGO. In de visie van TKI EnerGO gaat het hier uiteindelijk om één waardeketen namelijk het ontwerpen, toeleveren van componenten en systemen, bouwen, beheren en gebruiken van energieneutrale, bestaande gebouwen, installaties en gebieden. Hierbinnen is de trend dat warmtevoorziening, elektriciteitsproductie, gebruik (inclusief besparing) en opslag steeds meer in bij elkaar worden gebracht in energieneutrale gebouwen. Verschillende programmalijnen vanuit Solar PV, Smart Grids en EnerGO (ook lokale opslag van energie) komen dan per definitie bij elkaar in het ontwikkelen en demonstreren van het product. ZEGO is een voorbeeld van een gezamenlijk aangestuurd programma dat zich richt op slimme toepassing en integratie van zon-PV en zonthermische installaties in gebouwen.

Dubbel telling

EnerGO richt zich dus vooral het domein van besparingen ‘achter de meter’ dankzij energiebesparing en hernieuwbare energietechnieken. De dubbel telling met TKI Solar Energy is echter beperkt of afwezig, aangezien binnen Solar Energy alleen gerekend is met opgesteld vermogen voor zon-PV en de besparingen in EnerGO vooral thermisch zijn. Er is geen dubbel telling met ISPT, vanwege andere technieken en een andere doelgroep. Er is tevens geen dubbel telling met de besparing die geclaimd wordt door WoZ.



Zoals aangegeven in de analyse van de TKI Smart Grids is er sprake van een forse overlap in reductie-opgave tussen WoZ en Solar Energy enerzijds en Smart Grids anderzijds dankzij de rol van slimme netten als enabler voor intermitterende bronnen. Het gaat om de bijdrage van slimme netten aan het realiseren van zowel hoge penetratiegraden van zon en wind, als ook de penetratie van warmtepompen, micro-warmtekrachtinstallaties en elektrische auto's. Aangezien de enabling bijdrage van Smart Grids niet eenduidig vastgesteld kan worden, is ook geen correctie voor deze dubbeltelling uitgevoerd.

Tenslotte is er een mogelijke dubbeltelling voor groen gas met de TKI BBE bij het toepassen van groen gas. Het gaat om het vergisten van biomassa en toepasbaar in onder andere warmtekrachtcentrales en bijmenging in het gasnet. Vergassing is ook een thermische conversietechnologie die als aparte programmalijn is opgenomen in TKI Gas. Deze waardeketen overlapt dus met de TKI voor Gas, maar hebben wij de bijdragen ook in TKI BBE geplaatst zodat de cijfers beter vergeleken kunnen worden met het CBS. Beide TKI's zijn zich hiervan bewust.



3 Basispad

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk presenteren we de nulmeting en het basispad voor de ontwikkeling van de thema's die door de zeven TKI's worden bestreken. Om zinvol het potentieel van de TKI-thema's te bepalen en de voortgang te meten dient er te worden gemeten op sectorniveau. De Topsector Energie heeft immers het doel de sector op strategische wijze economisch te stimuleren en te versterken.

De nulmeting geeft de huidige stand van zaken weer van de verschillende sectoren op indicatoren als werkgelegenheid en omzet. Bij het basispad gaat het om de autonome ontwikkeling van deze sectoren in de toekomst op vlak van klimaat en economie, waarbij we ons in deze analyse expliciet richten op 2020.

Dit beschrijft dus nog niet de bijdrage vanuit de programmalijnen van een specifieke TKI. De additionaliteit van de bijdrage vanuit de programmalijnen van de TKI wordt besproken in Hoofdstuk 4.

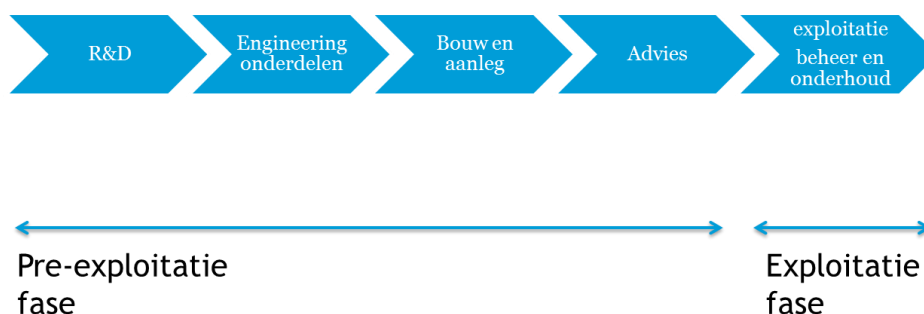
3.2 Afbakening keten

Voor de vaststelling van de nulmeting en het basispad is de afbakening van de waardeketen cruciaal. Door deze waardeketen goed af te bakenen wordt voorkomen dat er dubbeltellingen ontstaan of dat er activiteiten buiten de boot vallen. Op deze manier kan op eenduidige wijze de totale omvang van de sectoren (in termen van werkgelegenheid of CO₂-emissies) worden vastgesteld.

In principe wordt de gehele waardeketen van het voortbrengen van energietechnologieën meegenomen, inclusief de exploitatiefase waarin het beheer en onderhoud van de energietechnieken en installaties wordt gerekend.

Figuur 2 Afbakening van de waardeketen van energietechnieken

Afbakening waardeketen energietechnieken



Dat kan voor sommige thema's - bijv. energiebesparing in de gebouwde omgeving (thema EnerGO) - betekenen dat ook een relatief arbeidsintensieve schakel als onderhoud en beheer tot het thema behoort. Dat geldt ook voor productie van aardgas uit kleine velden (thema Gas Upstream). Het gaat om technieken om meer gas uit hetzelfde veld te krijgen, juist aan het eind van de exploitatiefase¹⁴. Dit geldt tevens voor de hernieuwbare energie thema's, zoals Solar Energy en Wind op Zee.

De bijdrage aan de werkgelegenheid van nieuwe energietechnieken van de betreffende TKI's is relevant voor de evaluatie van innovatiebeleid. Om deze reden wordt in principe de gehele keten - dus inclusief exploitatie - als uitgangspunt genomen.

Het Topsectorenbeleid heeft als doel de sterkste sectoren in de Nederlandse economie nog sterker maken door te bevorderen dat bedrijven en kennisinstellingen meer en beter samenwerken aan innovatie. Voor het versterken van de concurrentiepositie van de Topsector Energie dient daarentegen juist naar de economische kracht (werkgelegenheid en productie en export-potentieel) in de pre-exploitatie te worden gekeken.

Een overzicht van de afbakening van de waardeketen per TKI is weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2 Overzicht afbakening waardeketen

Thema	Afbakening
EnerGO	De TKI EnerGO richt zich op de thermische onderwerpen in de bestaande gebouwde omgeving, niet op nieuwbouw. De waardeketen wordt omschreven als: 'het ontwerpen, toeleveren van componenten en systemen, bouwen, beheren en gebruiken van energieneutrale, bestaande gebouwen, installaties en gebieden'. De programmalijnen onder de TKI EnerGO, worden ondergebracht in drie niveaus: installaties, gebouw en gebied. De primaire focus van de TKI is thermische energie (warmte/koude) in de bestaande gebouwde omgeving. Hierbij is gekeken op welke onderdelen van de route naar een energieneutrale gebouwde omgeving er fundamentele doorbraken nodig zijn én op welke onderwerpen Nederland een mondiale toppositie heeft op kennis en productie.
ISPT	De TKI ISPT richt zich op energie-intensieve processen in de industrie, en innovatieve technologieën die gericht zijn om daar substantiële besparingen in te realiseren. ¹⁵ De TKI ISPT (Institute for Sustainable Process Technology) betreft de activiteiten binnen de Topsector Energie gericht op energiebesparing in de procesindustrie. Het betreft hier de volgende industriesectoren: <ul style="list-style-type: none"> - Raffinage - Petrochemie

¹⁴ Het is ook bijzonder lastig onderscheid te maken tussen de verschillende deelfasen van de exploitatie (boren + opstart en toepassen van innovatieve technieken, reguliere productie, eindfase met toepassing van innovatieve technieken) en de operators en onderhoudsmensen die bij reguliere productie betrokken zijn buiten beschouwing laten.

¹⁵ De TKI rekent met directe en indirecte werkgelegenheid in de hele industrie. Uitgangspunt hierbij is dat energie-efficiency en innovatie cruciaal zijn voor behoud en uitbouw van de industrie. Als innovatie en energie-efficiency achterblijven, raakt de Nederlandse procesindustrie achter op concurrenten elders in de wereld en zullen bedrijven verdwijnen. De TKI ISPT hanteert deze visie in haar ramingen van toegevoegde waarde op werkgelegenheid.



Thema	Afbakening
	<ul style="list-style-type: none"> - Metalen - Voedingsmiddelenindustrie - Papierindustrie
Gas	<p>De TKI Gas richt zich op de gehele keten van de Nederlandse gasector. Het betreft upstream, midstream en downstream. De specifieke invulling is echter sterk afhankelijk van de betreffende programmalijn.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Twee programmalijnen gericht op productie van aardgas of daarmee vergelijkbaar gas uit gasvelden (upstream gas) en uit biomassa (groen gas) - Twee programmalijnen gericht op uitbouw van de rol van aardgas als transitiebrandstof in energiesector (Systeemfunctie van Gas) en transportsector (small scale LNG) - Een programmalijn gericht op CO₂-afvang en -opslag (CCUS), feitelijk vooral gerelateerd aan kolengestookte energiecentrales
Smart Grids	<p>De Smart Grids-sector richt zich op de ontwikkeling van (intelligente) informatie en communicatietechnologie (ICT) waardoor de bestaande capaciteit beter benut kan worden, tweerichtingsverkeer mogelijk wordt en het energienet ook decentrale, intermitterende bronnen aankan. De technologie omvat een combinatie van infrastructuur en software, en speelt een sleutelrol in halen van de hernieuwbare energie en energiebesparingsdoelstellingen.</p> <p>De meeste aandacht gaat naar elektriciteit maar de sector omvat ook warmte- en gasnetten. De activiteiten in de sector bestaan uit de inpassing van hernieuwbare bronnen, slim gebruik maken van transport- en distributiecapaciteit, elektrisch vervoer, warmtepompen en opslagsystemen.</p> <p>Power electronics, meet- en regeltechniek en sensortechnologie zijn eveneens van belang omdat dit de inpassing van duurzame energie en van nieuwe technologieën als EV mogelijk maakt en omdat hiermee de 'control' van de infrastructuur verbeterd wordt.</p>
Wind op Zee	<p>Het TKI WoZ richt zich op de hele waardeketen voor Wind op Zee. Deze waardeketen bestaat uit de volgende vier schakels:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grondstofproductie - Turbine(onderdelen)productie - Assemblage, installatie en grondwerkzaamheden - Service, onderhoud en decommissie <p>Naast deze vier schakels richt het TKI zich ook op de ondersteunende en toeleverende bedrijven en organisaties in de keten (bekabeling, transport, R&D, consulting, projectontwikkeling en financiering). Hoewel het TKI zich richt op de gehele waardeketen ligt de focus op de programmalijnen 'ondersteuningsconstructies', 'transport, installatie en logistiek' en 'beheer en onderhoud'. Aangezien de Nederlandse WoZ-sector op deze terreinen een vooraanstaande positie heeft op de wereldmarkt is de verwachting dat zij op hierop de meeste toegevoegde waarde kunnen leveren.</p>
Solar Energy	<p>De TKI Solar Energy richt zich op photovoltaïsche zonne-energie dat elektriciteit opwekt (PV), eventueel gecombineerd met warmte en koude (PVT). Zon-thermisch, Concentrating Solar Power en Solar Fuels vallen buiten de TKI Solar Energy. TKI Solar Energy richt zich op de waardeketen, waarin de bouw, installatie en onderhoud van PV technologie de basis vormt, en daarnaast de fysieke en elektrische integratie van de PV technologie faciliteert.</p>

Thema	Afbakening
BBE	<p>In de presentatie Dashboard TKI-BBE 2014 wordt aangegeven dat de TKI BBE een sectoroverschrijdende scope heeft die gedeeltelijk onder de topsector Energie, gedeeltelijk onder de topsector Chemie en gedeeltelijk onder de topsector Agri&Food valt. Er is een onderverdeling gemaakt in werkpakketten en programmalijnen.</p> <p>Productie van voedselgewassen en voedingsmiddelen/voedingsadditieven en supplementen vallen buiten de Topsector Energie.</p> <p>Productie van zogenoemde 'energy crops' zoals de optimalisatie van de productie van houtachtige gewassen valt wel binnen de Topsector Energy.</p>

3.3 Nulmeting

Een nulmeting is het startpunt voor de toekomstige ramingen zonder innovatie beleid vanuit de Topsector Energie, het zogenaamde basispad (zie Paragraaf 3.3). Zoals eerder aangeven gaat het bij de nulmeting om de huidige stand van zaken voor het thema (of deelsector) waarop het TKI zich richt. Voor het thema Wind op Zee gaat het dus bijvoorbeeld om de werkgelegenheid en omzet in de Nederlandse Wind op Zee-sector.

Formeel is 2012 het jaar geweest waarin het Topsectorenbeleid van start is gegaan. Er is echter gekozen om 2010 als basisjaar te nemen voor de nulmeting. 2010 is het jaar waar de TKI's van uit zijn gegaan in hun rapportages. Als uitgangspunt voor de bepaling van de nulmeting zijn de eigen inschattingen van de TKI's voor 2010 gehanteerd. Vervolgens is vastgesteld in hoeverre deze inschattingen plausibel zijn of dienen te worden bijgesteld. Waar naar ons inzicht bijstelling nodig is, worden in deze paragraaf alternatieve waarden gepresenteerd. Een beschrijving van de uitgevoerde analyse kan voor de verschillende TKI's worden gevonden in het achtergrondrapport.

CO₂-emissies

Een zinvolle indicator is de reductie van CO₂-emissies waaraan TKI's een bijdrage leveren. In de beschouwing van de additionaliteit van de TKI's kijken we dan ook naar de indicator 'verandering in CO₂-emissies'. Dit betekent dan ook dat we deze indicator voor het basispad vaststellen (zie Paragraaf 3.4).

Voor de nulmeting is het echter niet mogelijk om deze indicator vast te stellen. Er is namelijk nog geen referentie waartegen de CO₂-emissies kunnen worden afgezet. Vandaar dat we deze indicator enkel voor het basispad in de periode 2010-2020 hebben bepaald.

Werkgelegenheid

In Tabel 3 is een overzicht gegeven van de nulmeting voor de werkgelegenheid. Voor een deel van de thema's wordt gevonden dat de eigen inschattingen van de TKI's zeer plausibel zijn. Dit geldt voor EnerGO, WoZ, Solar Energy. Bij andere thema's schatten we in dat de werkgelegenheids-cijfers door het TKI te positief zijn ingeschat en naar beneden dienen worden bijgesteld. Daarvoor hebben we de volgende redenen (voor een uitgebreide onderbouwing per TKI, zie achtergrondrapportage):

- *ISPT*: het TKI gaat bij haar raming van de werkgelegenheid uit van de totale werkgelegenheid in de Nederlandse industrie, met als onderbouwing dat onvoldoende innovatie er toe kan leiden dat bedrijven failliet gaan en daarmee de werkgelegenheid verdwijnt. Naar ons inzicht dient er echter



gekeken te worden naar de partijen die energiebesparende technieken ontwikkelen, bouwen installeren en onderhouden. Door Ecofys (2014) wordt ingeschat dat het hierbij gaat om ca. 2.900 banen. We bevelen dan ook aan om van die cijfers uit te gaan. Voor de exploitatiefase schatten we in dat hier nog eens 1.300 banen bij komen.

- *Gas*: ook bij de TKI Gas komt de discrepantie tussen de cijfers van het TKI en onze inschatting voort uit een verschillende afbakening van de sector. Zo neemt het TKI Gas naast werkgelegenheid gerelateerd aan exploratie en winning van aardgas (en bijbehorende R&D-activiteiten) ook de werkgelegenheid gerelateerd aan handel, transport en inzet van aardgas mee. Het TKI richt zich echter alleen op het eerste type activiteiten en dus nemen we ook alleen de werkgelegenheid aan die activiteiten mee. Daarnaast moet upstream gaswinning gecorrigeerd worden voor werkgelegenheid die gerelateerd is aan de kleine velden, dus exclusief het Groningerveld.
- *S2SG*: het TKI neemt in de werkgelegenheidsschatting ook de indirecte werkgelegenheid mee, terwijl wij voor alle TKI's uitgaan van alleen de directe werkgelegenheid.
- *BBE*: de werkgelegenheidsschattingen van het TKI zijn gebaseerd op een externe scenariostudie, waarbij het niet helemaal duidelijk is hoe het aantal fte voor de biobased economy is bepaald. Op basis van een recent uitgevoerde, gedetailleerde studie schatten wij in dat de werkgelegenheid iets lager ligt dan de inschatting van het TKI, op ongeveer 4.000 fte.

Tabel 3 Nulmeting voor werkgelegenheid (aantal fte) in gehele waardeketen, basisjaar 2010¹⁶

TKI	Inschatting TKI	Inschatting CE Delft
EnerGO	46.000	46.000
ISPT	290.000	2.900
Gas	60.400	14.240
S2SG	1.500	500
WoZ	2000	2000
Solar Energy	2.500	2.500
BBE	5.500	4.000

Pre-exploitatiefase

De pre-exploitatiefase betreffen de bedrijven die actief zijn in waardeketens voorafgaand aan de exploitatiefase, zoals de productie van hernieuwbare energiesystemen, R&D gericht op duurzame energietechnologieën, transport van windmolens, maken van rotorbladen, etc. Ook bedrijven en instellingen die zich bezighouden met energiebesparing worden hierbij meegenomen. Voor de pre-exploitatiefase geldt dat cijfers voor werkgelegenheid en productiewaarde (omzet) ontleend zijn aan CBS, 2011 en CBS, 2013). Het deel van de keten gericht op toelevering, assemblage en constructie (maakindustrie) vormt de belangrijkste schakel in de pre-exploitatiefase. Met name dit deel wordt gezien als doel van het Topsectorenbeleid: de sterkste sectoren in de Nederlandse economie nog sterker maken door te bevorderen dat bedrijven en kennisinstellingen meer en beter samenwerken aan innovatie. Hiervoor is tevens van belang deze goed aansluiten bij competitieve voordelen voor de Nederlandse energiesector (zie Deelonderzoek

¹⁶ Er kan een verschil zitten tussen de cijfers in Tabel 3 (pre- + exploitatiefase) en 4 alleen pre-exploitatie) doordat voor sommige thema's (Solar Energy, BBE) mogelijk een ander basisjaar is gekozen. Wij hebben hiervoor niet kunnen corrigeren.



2). Tabel 6 presenteert een overzicht van voltijdbanen in de gehele pre-exploitatiefase.

Tabel 4 Nulmeting voor werkgelegenheid (aantal FTE) in pre-exploitatiefase, basisjaar 2010

	Pre-exploitatiefase(CBS)
EnerGO	2.900*
ISPT	2.900*
Gas	N.B.
S2SG	500
WoZ	700
Solar Energy	3.000
BBE	4.100

Bron: CBS.

* FTE Energiebesparing is voor de helft toegerekend aan EnerGO en voor de helft aan ISPT. Deze toerekening sluit aan bij de nulmeting van Ecofys (Ecofys, 2013).

Gebouwde omgeving

Het belangrijkste verschil tussen Tabel 4 en Tabel 3 betreft het thema EnerGO: deze is van 46.000 banen tot 2.900 banen teruggebracht.

De afbakening van de pre-exploitatiefase voor energiebesparing is dus heel 'nauw'. Isolatiwerkzaamheden en installatiwerkzaamheden zijn geen onderdeel van de pre-exploitatiefase. Isolatiwerkzaamheden door de bouw en andere installatiwerkzaamheden zoals de installatie van CV-apparatuur, ventilatie en airconditioning (geïntegreerd productieproces) zijn qua marktomvang groot en verklaren het verschil. Binnen de maakindustrie voor energiebesparing zijn vooral de makers van isolatiemateriaal een belangrijk onderdeel.

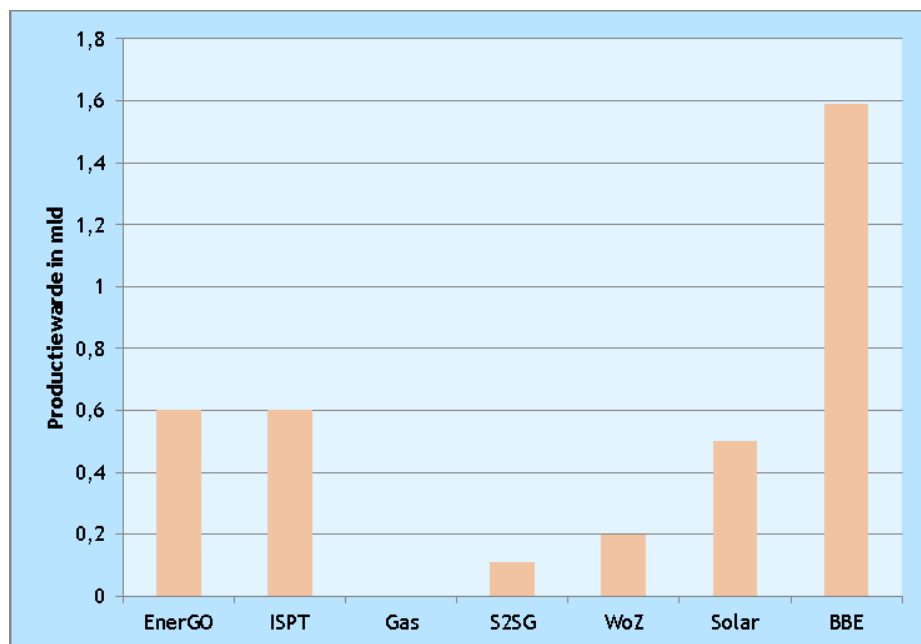
Productiewaarde in pre-exploitatie

De productiewaarde in de pre-exploitatiefase van de verschillende thema's staat in Figuur 3. Opvallend is dat de BBE tekent voor de grootste productiewaarde in de pre-exploitatiefase, gevolgd door de energiebesparende thema's ISPT en EnerGO.

Voor de gasector hebben we geen inschatting kunnen vinden voor de pre-exploitatiefase, aangezien deze ontbreekt in de Radar Duurzame energiesector van CBS. In (CBS, 2013) wordt de *totale* omzet van sectoren 'aardgas' en 'gerelateerde activiteiten' geschat op € 51 miljard (peiljaar 2010). De toegevoegde waarde wordt gegeven als € 24,5 miljard en de exportwaarde als € 13 miljard.



Figuur 3 Productiewaarde in de pre-exploitatiefase, basisjaar 2010



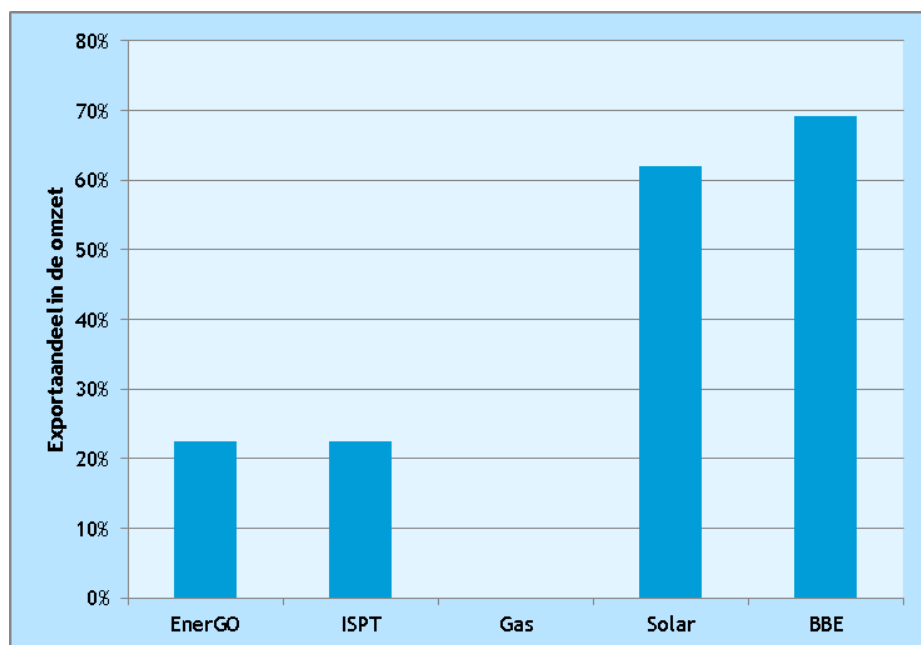
Bron: CBS.

Energiebesparing is voor de helft toegerekend aan EnerGO en voor de helft aan IPST.

Export

De meeste TKI's presenteren geen cijfers over het aandeel van de export in de omzet van hun sectoren. Vandaar dat we de analyse van de exportaandelen hebben gebaseerd op CBS-gegevens. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in Figuur 4. Voor Smart Grids en Wind op Zee waren de benodigde gegevens niet beschikbaar; deze sectoren zijn dan ook niet meegenomen in de analyse.

Figuur 4 Exportaandeel in de omzet bij de verschillende TKI's in 2010



Bron: CBS.

Energiebesparing is voor de helft toegerekend aan EnerGO en voor de helft aan IPST.

Voor ontbrekende thema's geen exportcijfers bekend.

Zoals verwacht mocht worden is het export aandeel bij EnerGO en ISPT relatief laag (ca. 20%). Bij de andere sectoren ligt dit aandeel aanzienlijk hoger; voor Solar Energy op 50%, en voor BBE zelfs 70%. Voor BBE geldt overigens dat een zeer groot deel van deze uitvoer zogenaamde wederuitvoer betreft van biobrandstoffen. Het gaat hier om invoer van biobrandstoffen die zonder noemenswaardige bewerking te hebben ondergaan, weer worden uitgevoerd. In de praktijk is het lastig om voor deze wederuitvoer te corrigeren.

Geconcludeerd kan dan ook worden dat deze sectoren een belangrijke internationale dimensie hebben.

3.4 Basispad tot 2020

In deze paragraaf schetsen we voor de verschillende sectoren het basispad, dat wil zeggen de verwachte ontwikkeling van enkele indicatoren voor de gehele sector waar de TKI zich op richt. Het betreft een inschatting van de marktomvang in 2020, waarbij we uitgaan van een (maximaal) technisch realisatiepotentieel. Wij gaan uit van besparingspotentieel uit van wat er in 2020 daadwerkelijk gerealiseerd is, terwijl een aantal TKI's (bijv. ISPT en EnerGO) het technische potentieel benoemt van het technologieportfolio zoals deze momenteel in opbouw is. Gezien de fase van de technologische ontwikkelingen komt dit potentieel pas tot volle implementatie op de middellange/langere termijn. Hierdoor kan binnen het portfolio overlap ontstaan met de implementatiefase.

In deze paragraaf richten we ons op de situatie voor 2020. De reden hiervoor is dat alle TKI's voor dit jaar inschattingen hebben gepresenteerd; voor de jaren 2030 en 2050 ontbreekt een dergelijk compleet overzicht.

Fysieke marktomvang

Het ligt niet voor de hand de fysieke marktomvang voor alle sectoren in dezelfde eenheid uit te drukken. Voor Wind op Zee is het geïnstalleerd vermogen (GW) bijvoorbeeld de meest logische eenheid voor de fysieke marktomvang, terwijl dit voor de gebouwde omgeving de hoeveelheid bespaarde energie is (GJ). Vandaar dat we in deze studie verschillende indicatoren hanteren voor de fysieke marktomvang van de verschillende sectoren (zie Tabel 5).

Tabel 5 Overzicht diverse parameters fysieke marktomvang in 2020

TKI	Inschatting TKI	Inschatting CE Delft
Energiebesparing (PJ)		
EnerGO	50	52,5
ISPT	200	30
Opgesteld vermogen (GW)		
WoZ	2	2
Solar Energy	4	4
Groei productie (PJ) t.o.v. 2010		
Gas	50 PJ	50 PJ
BBE	3,6 (1 TWh)	3,6 (1 TWh)

De volgende conclusies kunnen uit deze tabel worden getrokken:

- Voor EnerGO en ISPT wordt de fysieke marktomvang gedefinieerd in termen van de hoeveelheid bespaarde energie. De totale besparing (thermisch) wordt door de TKI ISPT te hoog ingeschat en is naar beneden bijgesteld door CE Delft (30 PJ voor de industrie). Voor het thema EnerGO is vooral naar maatregelen gekeken die tot besparing op de warmtevraag leiden, die op dit moment onrendabel zijn. Onze eigen inschatting ligt in lijn met de recente inschatting van TKI EnerGO op basis van het Energieakkoord. Die inschatting komt uit op een potentieel van 50 PJ in 2020. Voor de industrie geldt dat toepassing van besparingsmaatregelen niet vanzelfsprekend is, aanzienlijke risico's met zich mee brengt en ook rekening dient te houden met een geleidelijke vervang van de kapitaalgoederenvoorraad. 30 PJ in 2020 lijkt daarom realistischer.
- Voor WoZ en Solar Energy definiëren we de verwachte omvang in termen van opgesteld vermogen in Nederland. Bij Wind op Zee gaat het dan om 2 GW in 2020 en bij Solar Energy om 4 GW. Deze inschattingen zijn gedaan door de TKI's en zijn naar onze inschatting plausibel.
- Voor BBE en Gas geldt de inschatting door de TKI is gevalideerd door CE Delft. Binnen BBE wordt verwacht dat de netto-groei van bio-energie door bij- en meestook met 1 TWh/jaar toeneemt, hetgeen als realistisch wordt gezien. Binnen gas is de verwachting dat er een toename van 1,3 BCM aan extra groen gas en LNG wordt gerealiseerd (40 PJ), hetgeen als realistisch wordt gezien.
- Smart Grids is in Tabel 5 niet opgenomen. De reden daarvoor is dat Smart Grids een 'enabling bijdrage' leveren in te realiseren energie-besparing en er dus volgens de meeste bronnen geen unieke bijdrage van Smart Grids kan worden vastgesteld voor 2020¹⁷.

Werkgelegenheid

De inschatting van de werkgelegenheid in 2020 is voor de TKI's weergegeven in Tabel 6. Hierbij zien we hetzelfde patroon als bij de nulmeting: voor de TKI's EnerGO, WoZ en Solar Energy beoordelen wij de inschattingen van de TKI's als plausibel en bevelen we aan om die over te nemen. Voor de overige TKI's stellen we voor om uit gaan van lagere schattingen voor de werkgelegenheid. Hiervoor gelden grotendeels dezelfde redenen als in de nulmeting (zie Paragraaf 3.3).

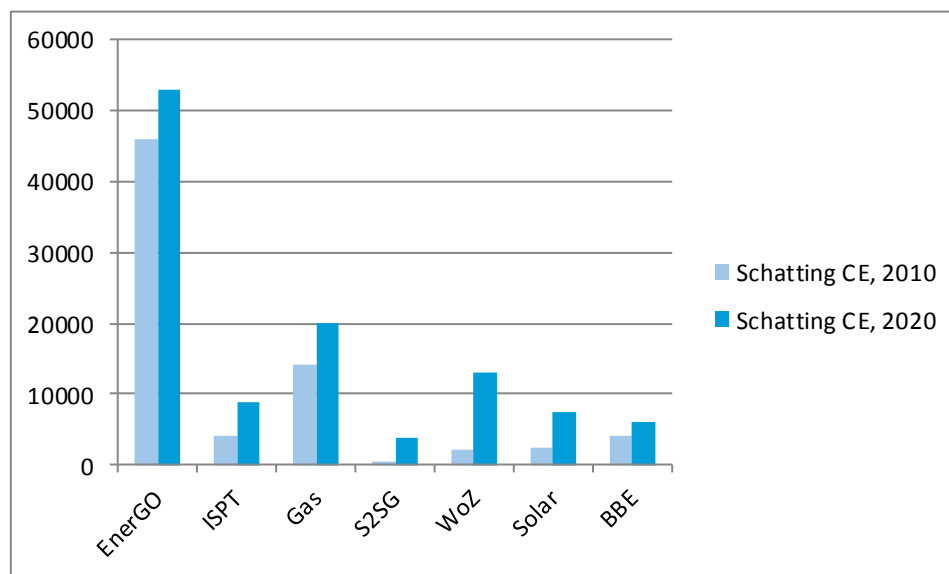
¹⁷ Hoewel het SER-Energieakkoord tot 2020 nog geen problemen verwacht, kan een omslagpunt eerder bereikt worden waar de innovaties van Smart Grids nuttig zijn om de groeiende hoeveelheid hernieuwbare elektriciteit te accommoderen. Gezamenlijk neigen verschillende recente bronnen naar een moment tussen 2020 en 2030 waarbij problemen op grotere schaal zullen ontstaan.



Tabel 6 Inschatting werkgelegenheid in 2020

TKI	Inschatting TKI	Inschatting CE Delft
EnerGO ¹⁸	78.000	53.000
ISPT	300.000	8.700
Gas	72.000	21.700
S2SG	6.750	3.750
WoZ	13.000	13.000
Solar Energy	7.500	7.500
BBE	10.500	6.000

Figuur 5 Overzicht van voltijdbanen per thema, in 2010 en 2020



CO₂-reductie

De CO₂-reductie die wordt verwacht in de periode tot 2020 in de verschillende sectoren is weergegeven in Tabel 7.

Het bepalen van de prestaties om de CO₂-uitstoot te verminderen is op nationaal niveau uitgevoerd. Ook hier betreft het inschatting per thema of sector waarop de betreffende TKI actief is. De TKI's moeten er voor zorgen dat met het stimuleren van energie-innovatie de kosten van energiebesparing en hernieuwbare energie dalen, alsmede het slim en efficiënt benutten van energie.

Op twee TKI's na (S2SG en Solar Energy) constateren we dat de TKI's de CO₂-reductie die binnen hun sector wordt gerealiseerd overschatten. Hierbij is gebruik gemaakt van uniforme emissiefactoren (0,47 kg CO₂/kWh en 0,61 kg CO₂/kWh) voor het bepalen van de CO₂-reductie. Tabel 7 en Figuur 6 geven

¹⁸ Voor TKI EnerGO is door CE Delft ook een raming gemaakt van de macro-economische impact van energiebesparing in de gebouwde omgeving op werkgelegenheid, BBP en de handelsbalans met het E3ME-model. De additionele werkgelegenheidsraming komt daarin uit op 20.000 bruto banen ten opzichte van 2010. In deze macro-economische doorrekening is ook gekeken naar indirecte effecten en geïnduceerde effecten. Door verdringingseffecten wordt daarom aangenomen dat de additionele werkgelegenheid één derde van het bruto aantal banen is: 7.000 additioneel ten opzichte van 2010.



een overzicht voor alle thema's; opvallend is de over de hele linie behoorlijke overschatting van de emissiereductie.

Tabel 7 Inschatting CO₂-reductie (Mton) van het thema in 2020

TKI	Inschatting TKI	Inschatting CE Delft
EnerGO	3	3
ISPT	11,2	1,7
Gas	2,1	1,4
S2SG	0	0
WoZ	14	4,3 tot 5,5
Solar Energy	2	1,6 tot 2
BBE	0,75	0,75

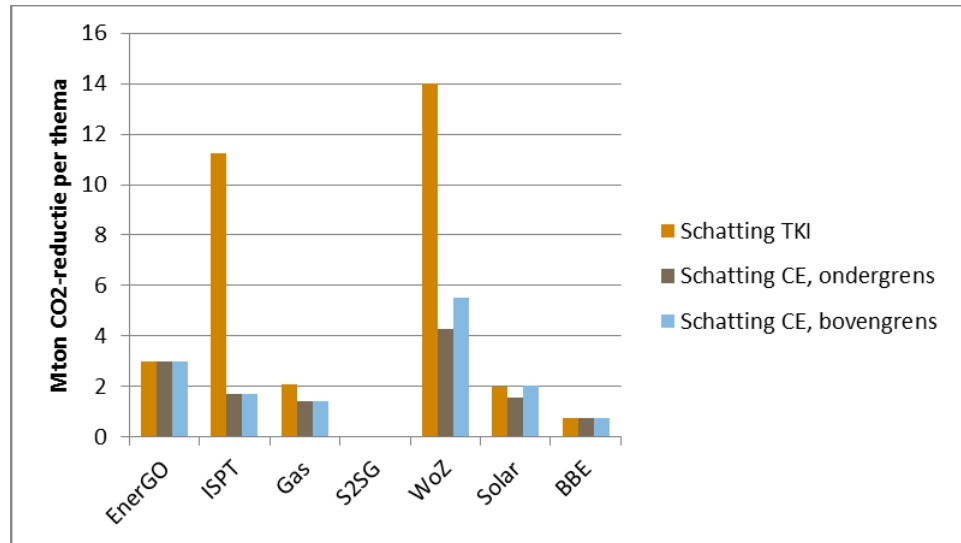
De volgende conclusies kunnen uit deze tabel worden getrokken:

- Bij ISPT is het naar beneden bijstellen van de te verwachten CO₂-reductie gebaseerd op dezelfde argumenten als waarop het energiebesparingspotentieel neerwaarts is bijgesteld.
- Voor de CO₂-reductie van het thema gas volgen we de inschatting van de programmalijnen LNG transport (0,4 Mton) en Groen gas (1 Mton). Echter, vanwege de onzekerheid van het CCS-project in de EON-centrale op de Maasvlakte wordt de reductie op deze programmalijn door ons uiterst onzeker geacht¹⁹. Door de lage CO₂-prijs levert het afvangen van CO₂ minder op dan begroot, en vallen de kosten hoger uit dan geraamd. Dit laatste verklaart het totale verschil van het gehele thema Gas tussen 2,1 Mton (TKI) en 1,4 Mton (CE Delft).
- Bij Wind op Zee zijn er twee redenen om de ingeschatte CO₂-reductie naar beneden bij te stellen:
 - Het TKI gaat bij de bepaling van de CO₂-reductie uit van een realisatie van 5,2 GW aan opgesteld vermogen in 2020, terwijl de doelstellingen voor 2020 gelijk zijn aan 4 GW.
 - Het TKI gaat uit van een onrealistisch hoge CO₂-emissiefactor voor de In Nederland geleverde elektriciteitsmix, zodat de CO₂-reductie die bewerkstelligd kan worden met extra windenergie wordt overschat.
- Bij het thema Solar Energy komt de inschatting van de TKI overeen met bovengrens van onze eigen inschatting. De ondergrens is te verklaren door het hanteren van een ander in CO₂-kental (0,47 gram CO₂/kWh en 0,61 gram CO₂/kWh). Het TKI hanteert ook een bandbreedte in het opgesteld vermogen 3-8 Gwp in 2020, waarbij 4 Gwp als realistische waarde is aangehouden.
- Onze inschatting van de reductiebijdrage van het thema Biobased Economy komt overeen met die van de TKI (0,75 Mton). Wij zien geen aanleiding deze inschatting bij te stellen.
- De reductie van Smart Grids is in Tabel 7 op nul gezet, vanwege het ontbreken van een ondubbelzinnig aan te wijzen CO₂-reductiebijdrage van dit thema. Dat betekent echter zeker niet dat deze bijdrage er niet is.

¹⁹ Energiebedrijven E.on en GDF Suez hebben ernstige bedenkingen bij de voorgenomen bouw van een installatie die de CO₂ uit de nieuwe kolencentrales kan afvangen. Het CSS-project, dat de naam Road draagt, is een demonstratieproject met een looptijd van drie jaar.



Figuur 6 Overzicht van CO₂-reductie in Mton per thema, 2020



3.5 Basispad na 2020

In deze evaluatie zijn de potentiëlen per thema (sector) voor het jaar 2020 vast. Voor de periode na 2020 vallen de potentiëlen niet te kwantificeren in precieze cijfers. Er zijn momenteel weinig betrouwbare markttramingen voor na 2020 en bovendien zijn de onzekerheidsmarges groot. Overkoepelend klimaat- en energiebeleid voor de periode na 2020 is nog niet geformuleerd. Dit maakt dat de ontwikkeling van de betreffende sectoren ook zeer onzeker is.

4 Additionele bijdrage aan innovatiepotentieel

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk gaan we in op de additionele bijdrage van de TKI's en verschillende programmalijnen aan de doelen van de Topsector Energie, te weten CO₂-reductie en economische ontwikkeling van Nederland.

Op basis van de inschatting van omzet, werkgelegenheid en CO₂-reductie in de sector waarop de TKI's actief zijn in het basispad, kan vooruitblikkend (ex-ante) inschatting worden opgesteld welke deel tot stand zal moeten worden gebracht dankzij succesvolle innovaties vanuit de verschillende TKI's.

Het is bekend dat de effectiviteit van onderzoek en ontwikkeling niet makkelijk is te meten. Vanwege de aanzienlijke onzekerheid van het beoordelen van innovatie-output, heeft de analyse in dit hoofdstuk het karakter van een scenario-analyse rekening houdend met aanzienlijke bandbreedtes. Deze meta-analyse is aanvullend op de analyse die door de TKI's zelf zijn uitgevoerd.

De analyse is gebaseerd op de indicatoren uit de nulmeting en basispad die door de TKI zijn aangedragen en gevalideerd door ons team. Zie vorige hoofdstuk.

4.2 Aanpak

Om te spreken van een innovatie moet deze vernieuwing ook daadwerkelijk worden gebruikt of toegepast. Het onderscheid tussen mislukte en toegepaste innovatie is belangrijk, omdat veel uitvindingen sneuvelen in het traject tot innovatie. Innovatie is dan ook een zoekproces waarbij falen moet worden ingecalculereerd. Men kan zeggen dat veel van de obstakels die toepassing van innovaties in de weg staan, ontstaan door (een gebrek aan) implementatiebeleid of overige factoren. Deze credits zijn dus niet op het conto te schrijven van een programmalijn of TKI.

De TKI's rapporteren met name en vrijwel zonder uitzondering over de toekomstige omvang van de *gehele sector*. In veel gevallen wordt de afbakening ruim gehanteerd dus bijvoorbeeld, inclusief implementatie, uitrol en zelfs installatie (EnerGO). Er wordt bijvoorbeeld niet een referentiepad geschetst zodat duidelijk wordt tegenover welke ontwikkeling de TKI-bijdrage afgezet kan worden. De additionele bijdrage van het TKI aan de sector-potentiëlen wordt door slechts enkele TKI's direct gegeven of onderbouwd. Integendeel, door verschillende TKI's (bijv. Smart Grids en Solar Energy) wordt expliciet erkend dat er geen eenvoudig causaal verband te leggen is tussen innovatieprojecten in een bepaald jaar en bijvoorbeeld een parameter als werkgelegenheid in het jaar 2020. Er kan zeker een causaal verband zijn, maar het kwantificeren is uitermate lastig.



Kwalitatief bestaat de bijdrage uit organiseren van de omgeving waarin innovatie plaatsvindt, stimuleren samenwerking tussen industrie en kennisinstellingen, en - via de speerpunten en subsidie van kansrijke initiatieven - richting geven aan ontwikkeling van innovaties. Zonder deze bijdrage komt benodigde innovatie langzamer en niet (goed) gecoördineerd op gang, worden ambities jaren later gerealiseerd en kan Nederland kansen missen op nieuwe business in nationale en internationale markten. Dit geldt des te meer in die internationale competitieve markten waarin snelheid van innovatie essentieel is voor behoud en uitbreiding van marktvolume van de Nederlandse industrie, zoals in de upstreammarkt van Zon-PV.

Toch kan vooruitblikkend (ex-ante) ook een kwantitatief beeld worden gegeven van de potentiële additionele bijdrage die kan worden geleverd op vlak van CO₂ en bijdrage aan de Nederlandse economie.

De additionele bijdrage per TKI en programmalijn hebben we vastgesteld door middel van een ex-ante scenario-analyse. Op dit moment weten we nog niet hoe succesvol Nederlandse innovatie als gevolg van de TKI's zijn, hiervoor is de realisatieperiode nog te kort. De scenario-analyse is daarom opgesplitst in twee delen:

- inschatten van het *maximaal* innovatiepotentieel;
- inschatten van het *realistisch* innovatiepotentieel.

Beide indicatoren zijn nodig om een inschatting te kunnen geven van het overall innovatiepotentieel per TKI en per programmalijn.

Maximaal innovatiepotentieel

Dit betreft een inschatting van het CO₂-reductiepotentieel en bijdrage aan economische ontwikkeling (werkgelegenheid) die afhankelijk is van succesvolle innovatie in Nederland. De achterliggende hypothese is dat als Nederland niet innoveert Nederlandse bedrijven marktaandeel verliezen aan buitenlandse concurrenten, een deel van de leercurve van nieuwe technologieën niet kunnen doorlopen (waardoor de geprognosticeerde markt niet ontstaat) en/of niet de nieuwe toepassingen kunnen vinden die nodig zijn om de beoogde marktomzet te realiseren. Innovatie vormt voor deze marktontwikkeling de sleutel naar realisatie van nieuwe markten en CO₂-reductiepotentieel.

Een deel van de markt of het CO₂-reductiepotentieel kan ook zonder innovatie met bestaande technologieën worden gerealiseerd en kan dan ook niet direct toegeschreven worden aan het innovatievermogen van de Nederlandse energie-industrie. We geven hieronder een voorbeeld.

Innovatie-afhankelijkheid

De totale verwachte omzet van de PV-sector in Nederland is jaarlijks € 2 miljard (50% upstream en 50% downstream). Bij upstream spelen Nederlandse innovaties daarbij voor 50% in 2020 een doorslaggevende rol, oplopend tot naar schatting 80% in 2050. Nederlandse bedrijven leveren innovatieve oplossingen met bijbehorende technologie voor de internationale maakindustrie van hoog efficiënte zonnecellen. Achterliggende hypothese is dat Nederlands bedrijven zonder nieuwe, succesvolle innovaties marktpositie verliezen aan andere internationale spelers.

Bij downstream solar is onze teaminschatting dat eveneens 50% afhankelijk is van Nederlandse innovatie door met name nieuwe integratietoepassingen (fysiek en elektrisch) te ontwikkelen voor daken die niet een optimale zonoriëntatie kennen. Het totale maximale innovatiepotentieel komt daarmee dus op 1,0 miljard (0,5 miljard upstream en 0,5 miljard downstream in 2020). Op den duur leidt het gebrek aan succesvolle innovatie tot krimp, zelfs in een sterk groeiende mondiale solarmarkt.



We hebben de innovatie-afhankelijkheid van de economische productiewaarde (omzet) bepaald voor alle programmalijnen, en deze expert-inschattingen zijn gedeeld met de TKI's. In Figuur 7 geven we de uitkomsten van de aandelen (%) van de omzet in 2020 die afhankelijk zijn van geslaagde innovatie.

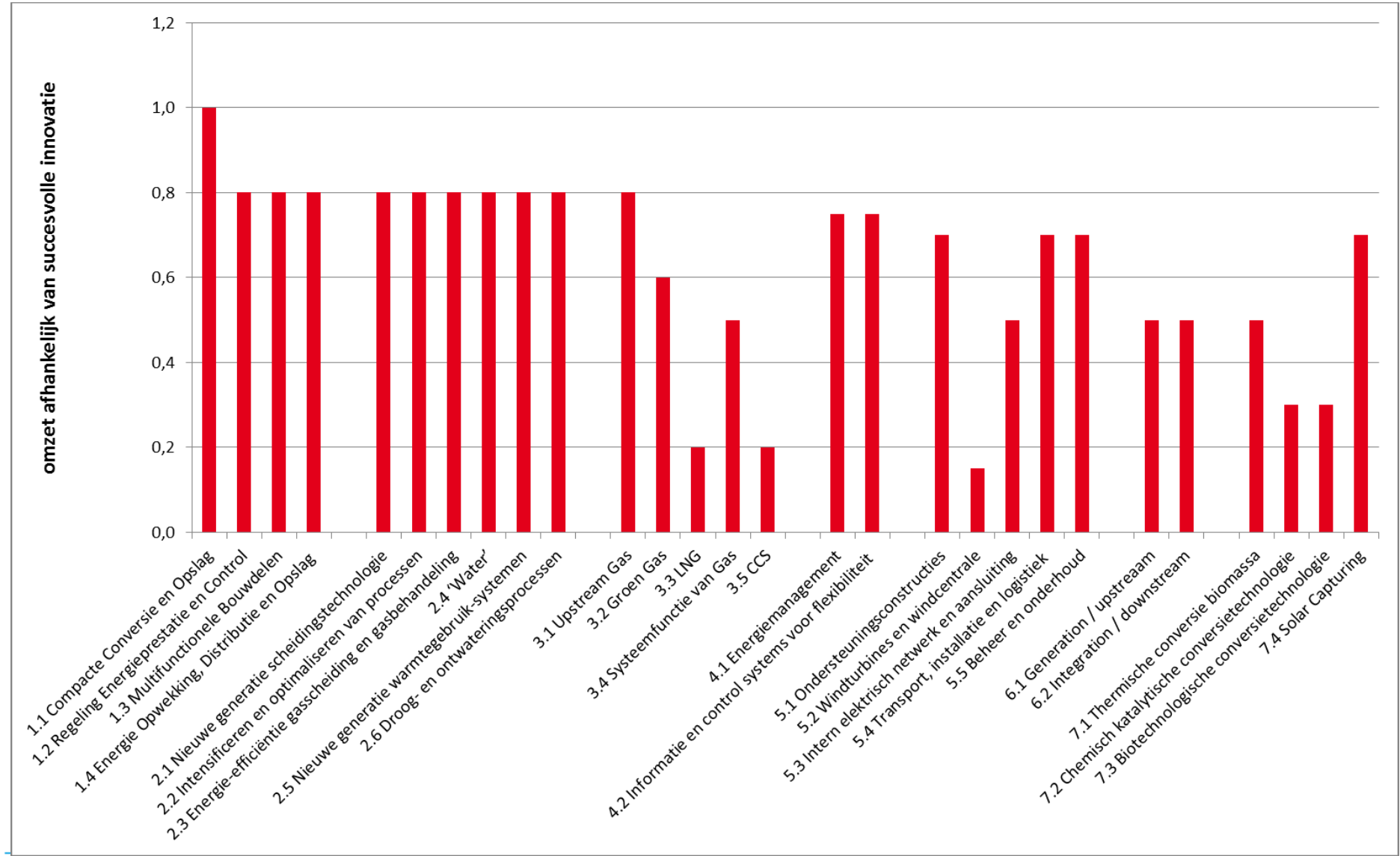
Realistisch innovatiepotentieel

In hoeverre het maximaal innovatiepotentieel van Solar Energy ook daadwerkelijk gerealiseerd wordt, is afhankelijk van in hoeverre Nederlandse innovaties daadwerkelijk succesvol worden. Gaan ze werken? Worden ze niet afgetroefd door buitenlandse innovaties? De afgelopen decennia is slechts 5 tot 30% van de innovaties een succes geworden, oftewel 70-95% is mislukt (Lekkerkerk, 2012). Deze conclusie is gebaseerd op diverse bronnen van onderzoek. Het slagingspercentage in het zevende kaderprogramma (KP7) valt binnen de range. Deze is gemiddeld 18% (2011). Nederlandse organisaties nemen over het algemeen deel aan succesvolle consortia en behalen een gemiddeld slagingspercentage van 23% (Agentschap NL, 2011). Volgens een onderzoek van Resource Connection zijn de belangrijkste oorzaken van het falen van innovatieprojecten een gebrek aan draagvlak, een gebrek aan tijd en onvoldoende visie op innovatie (Trouw, 2004).

Dit zou betekenen dat het realistisch innovatiepotentieel voor Solar Energy uitkomt op € 50 tot 300 miljoen omzet in 2020. Deze twee scenario's met ondergrens en bovengrens voor het uitvalpercentage vormen de basis voor de toekomstige bijdrage van TKI-innovaties aan marktontwikkeling en CO₂-reductiepotentieel zoals door de TKI is ingeschat en door ons is gevalideerd. Zie Paragraaf 3.4.

Met behulp van het maximaal potentieel en de twee scenario kwantificeren we de bijdrage vanuit de TKI door rekening te houden met de gemiddelde uitvalpercentage van innovatieprojecten. De bandbreedte voor uitvalpercentage zal worden gebaseerd op literatuur over innovaties en kan in de toekomst specifiek worden bijgesteld per TKI afhankelijk van de ontwikkeling van het projecten-portfolio per innovatiestadium. Voor de inschatting van toekomstige specifieke uitvalpercentages verwijzen we naar Paragraaf 4.5. De huidige monitoringsystematiek van RVO voor projecten naar innovatiefase (TRL) biedt een kapstok om de projecten in de loop van de tijd te monitoren en de slagingskans in de praktijk vast te kunnen stellen.

Figuur 7 Overzicht van het innovatie-afhankelijke deel van de omzet, op basis van teaminschatting CE Delft



Programmalijspecifieke inschatting slagingskans

Als laatste stap hebben we een specifieke inschatting gemaakt van de slagingskans van innovatie vanuit de huidige innovatieruimtes per programmalijn. Deze zijn gebaseerd op de snelheid van leren, welke is uitgedrukt in de indicator *progress ratio*. Dit betreft de verhouding tussen productiekosten van een zekere geïnstalleerde hoeveelheid productie- vermogen en de productiekosten bij verdubbeling van deze hoeveelheid. De gedachte hierachter is dat innovatieruimtes (in ruime zin gedefinieerd) die erin slagen innovaties snel te valoriseren meer kans op toekomstige succes zullen hebben.

Het leereffect geeft het percentage weer waarmee de productiekosten door schaalvoordelen en technologische vooruitgang dalen als de productie- capaciteit van de hernieuwbare energiebron verdubbelt. De kosten van de meest volwassen technologieën als biomassa en windenergie dalen naar verwachting het langzaamst, die van zonne-energie het snelst. Zo zijn de ingeschatte leercurves voor respectievelijk zon fotovoltaïsch 22%, Wind op Zee 9%, en Biomassa en biogas 5%. Wij hebben daarvoor een bijstelling van de ondergrens (zie tabel) en bovengrens (alleen Solar Energy) aangebracht (zie Tabel 8).

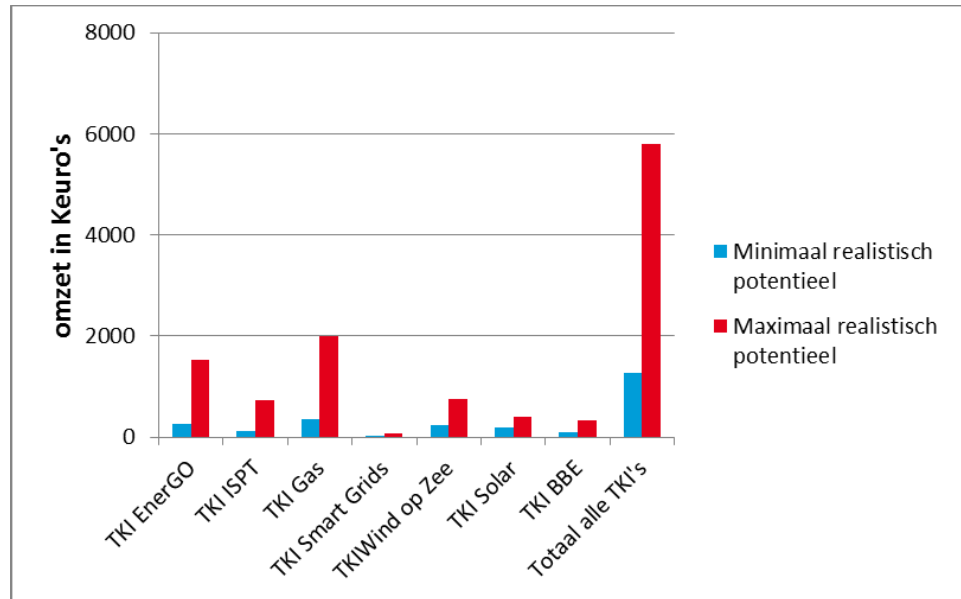
Tabel 8 Overzicht aanpassing slaagkans per programmalijn

	Ondergrens	Bovengrens
3.2 Groen Gas	0,1	0,3
5.1 Ondersteuningsconstructies	0,1	0,3
5.2 Windturbines en windcentrale	0,1	0,3
5.3 Intern elektrisch netwerk en aansluiting	0,1	0,3
5.4 Transport, installatie en logistiek	0,1	0,3
5.5 Beheer en onderhoud	0,1	0,3
6.1 Generation/upstream	0,2	0,4
6.2 Integration/downstream	0,2	0,4
7.1 Thermisch conversie biomassa	0,1	0,3

4.3 Bijdragen TKI's en programmalijnen aan economie

De ingeschatte potentiële bijdrage van TKI-innovaties aan de omzet en werkgelegenheid van de raming voor 2020 wordt weergegeven in Figuur 8 en Figuur 9.

Figuur 8 Potentiele bijdrage per TKI aan omzet in 2020



TKI EnerGO

De TKI's EnerGO en Gas kunnen gezien worden als de TKI's met het meest omvangrijke realistische innovatiepotentieel in termen van omzet en werkgelegenheid in 2020. Bij EnerGO is niet alleen sprake van een groot potentieel aan marktvolume (omvangrijke marktvolume), vastgesteld is tevens dat door de sterke oriëntatie op nieuwe generatie energiebesparende-technieken en opslagmethoden (bijvoorbeeld de warmtebatterij en multifunctionele bouwdeelen) de innovatie-afhankelijkheid van omzet en werkgelegenheid significant is. Dat maakt dat TKI EnerGO een significant innovatiepotentieel kent, echter ook een aanzienlijk risico: de ondergrens (hoog uitvalpercentage) van de inschatting van het realistisch innovatiepotentieel in werkgelegenheid (fte) komt uit op ruim 2000 banen in 2020. De TKI EnerGO kent dus een hoog risico-rendementsprofiel.

TKI Gas

De TKI Gas laat vooral in termen van productiewaarde (omzet) en bijdrage aan BBP een vergelijkbaar beeld zien, waarin de infrastructuur en sector van *Nederland gasland* als tot uitdrukking komt. Door het kapitaalintensieve karakter is de potentiële bijdrage aan werkgelegenheid een stuk geringer. Voor de bijdrage is in hoge mate de programmalijn 'Gas Upstream' verantwoordelijk. *Gas upstream* richt zich specifiek op winning van aardgas uit andere velden dan het Groningen gasveld²⁰. De werkgelegenheid van kleine velden betreft de infrastructuur benodigd voor productie, opwerking en transport van aardgas. Innovatie is cruciaal voor het op peil houden van de productie uit andere velden dan het Groningen reservoir en de daaraan gerelateerde werkgelegenheid. Zonder innovatie op gebied van exploratie en exploitatie zal de productie van aardgas uit Nederlandse velden binnen 25 jaar afnemen tot nog geen 30% van de huidige omvang. Met innovaties op zowel exploratie als exploitatie kan mogelijk meer gaspotentieel worden ontdekt terwijl beschikbaar potentieel beter en langer kan worden benut en kan bij winning en opsporing betrokken werkgelegenheid behouden blijven.

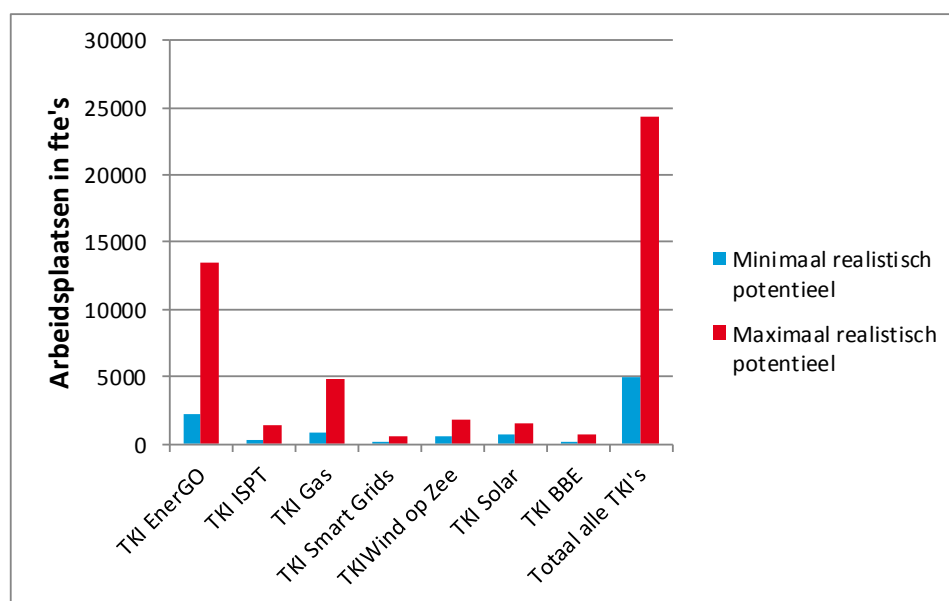
²⁰ Daarom zijn de beschouwde kentallen voor gasproductie, omzet, etc. waar mogelijk steeds specifiek gerelateerd aan productie uit kleine velden.

Het resultaat van deze programmalijn is de beschikbaarheid van nieuwe technieken waarmee meer (commercieel) gas uit bestaande kleine velden kan worden geproduceerd, meer nieuwe gasvelden worden gevonden, en op een goedkopere en veilige wijze gas uit moeilijk winbare gasvelden kan worden geproduceerd. De bijdrage vanuit de programmalijnen staan in de figuur verderop in de rapportage.

TKI ISPT

Voor de TKI ISPT (industriële energiebesparing) geldt dat eveneens een vergelijkbaar beeld ontstaat als dat van de bijdrage van de TKI EnerGO. Met name door een geringer marktvolume aan kapitaalgoederenvoorraad (en trager vervangingstempo) is de marktomzet van ISPT welk kleiner dan EnerGO. Bovendien is er ook geen installatiesector met veel werkgelegenheid gemoeid, hetgeen duidelijk naar voren komt in een meer bescheiden werkgelegenheidsplaatje (Figuur 9). Niettemin bekleedt de TKI ISPT een derde plaats in termen van productiewaarde. Overigens merkt de TKI ISPT op dat er sprake is van een significante multiplier naar de rest van de procesindustrie. Met andere woorden: een efficiëntere procesindustrie is cruciaal om werkgelegenheid in Nederland op langere termijn te behouden²¹. Wij hebben in deze berekeningen echter gewerkt met de werkgelegenheid bij de ontwikkeling en implementatie van nieuwe energiebesparende technologie.

Figuur 9 Potentiele bijdrage per TKI aan werkgelegenheid in 2020



TKI's WOZ

De TKI's gericht op hernieuwbare energie, Wind op Zee (WoZ), Solar Energy en BBE (energiedeel), laten een zeer vergelijkbaar beeld zien in termen van realistisch potentieel. Van de drie hernieuwbare technieken gaat de hoogste potentiële bijdrage aan werkgelegenheid en omzet in 2020 uit van Wind op Zee. De groei in werkgelegenheid in de periode 2010-2020 zal in sterke mate van effectieve innovatie afhankelijk zijn. Onze inschatting is dat de beoogde kostprijzdaling van 40% - gericht op een belangrijke deel van de kostprijs van

²¹ Onvoldoende innovatie kan er toe leiden dat bedrijven omvallen, en de werkgelegenheid van hele bedrijven verdwijnt. De TKI ISPT gaat bij haar ramingen voor impact op werkgelegenheid dan ook uit van de totale werkgelegenheid in de industrie, van ca. 300.000 personen.

windparken op zee - ook een significante bijdrage zal moeten leveren aan deze groei. Indien deze kostprijzdaling onvoldoende gerealiseerd kan worden, dan zijn de ramingen uit het basispad verre van realistisch. Door ons wordt ingeschat dat op drie van de vijf programmalijnen de innovatie-afhankelijkheid van omzet en werkgelegenheid rond de 70% ligt²². Met andere woorden in het portfolio van activiteiten is innovatiestimulering vanuit de TKI WoZ risicovol: een potentieel hoog rendement, maar ook aanzienlijk risico.

TKI Solar Energy

Voor de TKI Solar Energy geldt een gemiddelde innovatie-afhankelijkheid, maar zeker upstream mag verwacht worden dat Nederlandse industrie (productielijnen, apparatuur en ovens ten behoeve van de internationale maakindustrie) na 2020 in hoge mate marktaandeel verliezen aan buitenlandse concurrenten indien er *niet* succesvol wordt geïnnoveerd. Op de lange termijn geldt ook voor Solar Energy in het gehele portfolio: een potentieel hoog rendement, maar aanzienlijk risico.

TKI BBE

De TKI BBE (energiedeel) neemt qua omzet en arbeidsplaatsen een zeer vergelijkbare positie hierin in.

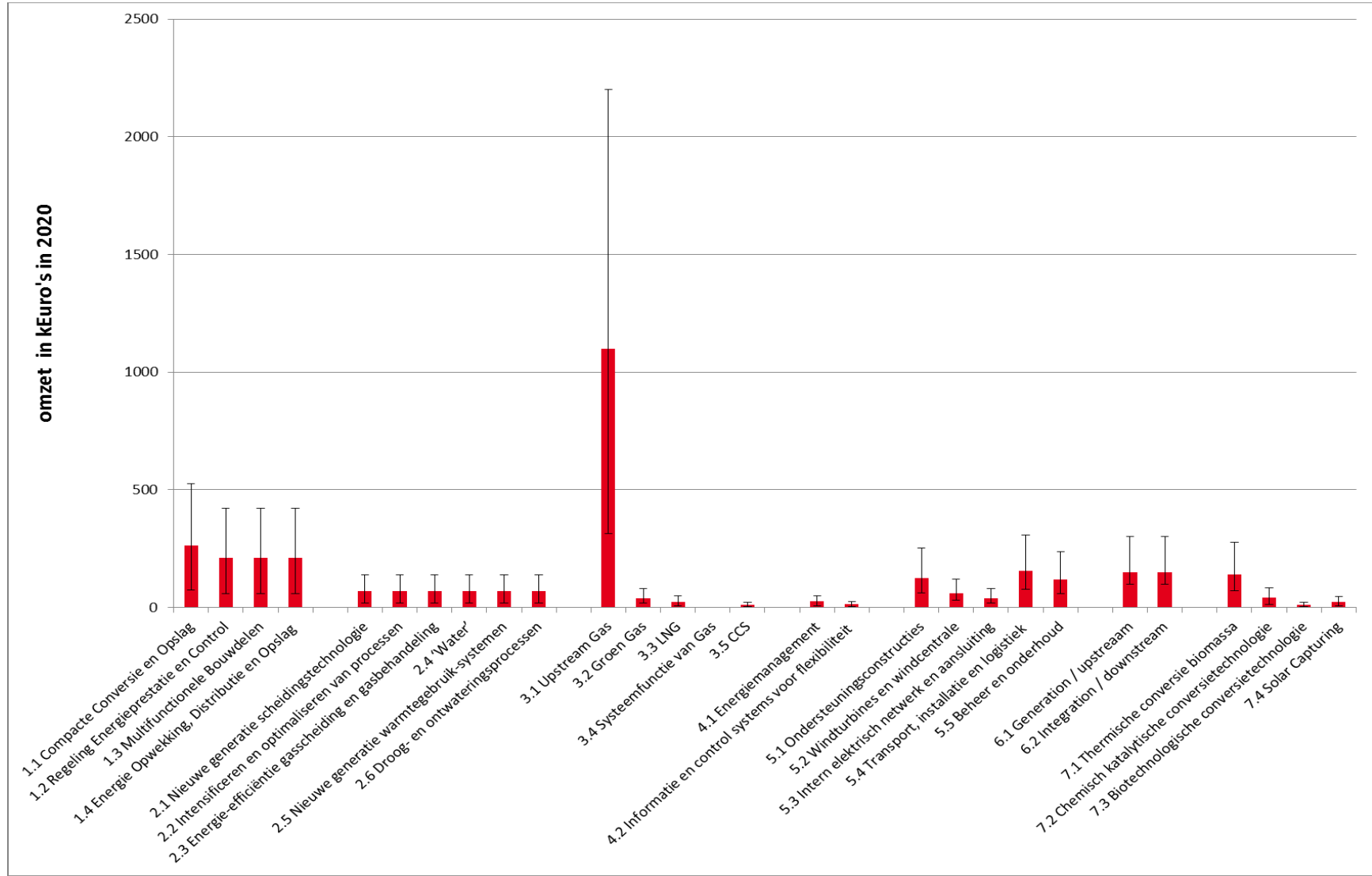
TKI Smart Grids

Voor de TKI Smart Grids geldt dat het potentieel voor werkgelegenheid in vergelijking met de andere TKI beperkt is. Dit is hoofdzakelijk het gevolg van de het geringe uitgangsniveau van de sector in de nulmeting. De becijferde additionele bijdrage van 100 tot 600 fulltime arbeidsplaatsen in 2020 betreft de directe werkgelegenheid die samenhangt met slim netbeheer, slimme meters en slimme monitoring. Deze staat los van de enabling bijdrage ten behoeve van wind en zon en is zodoende dus geen dubbeltelling met aan andere TKI toe te schrijven banen.

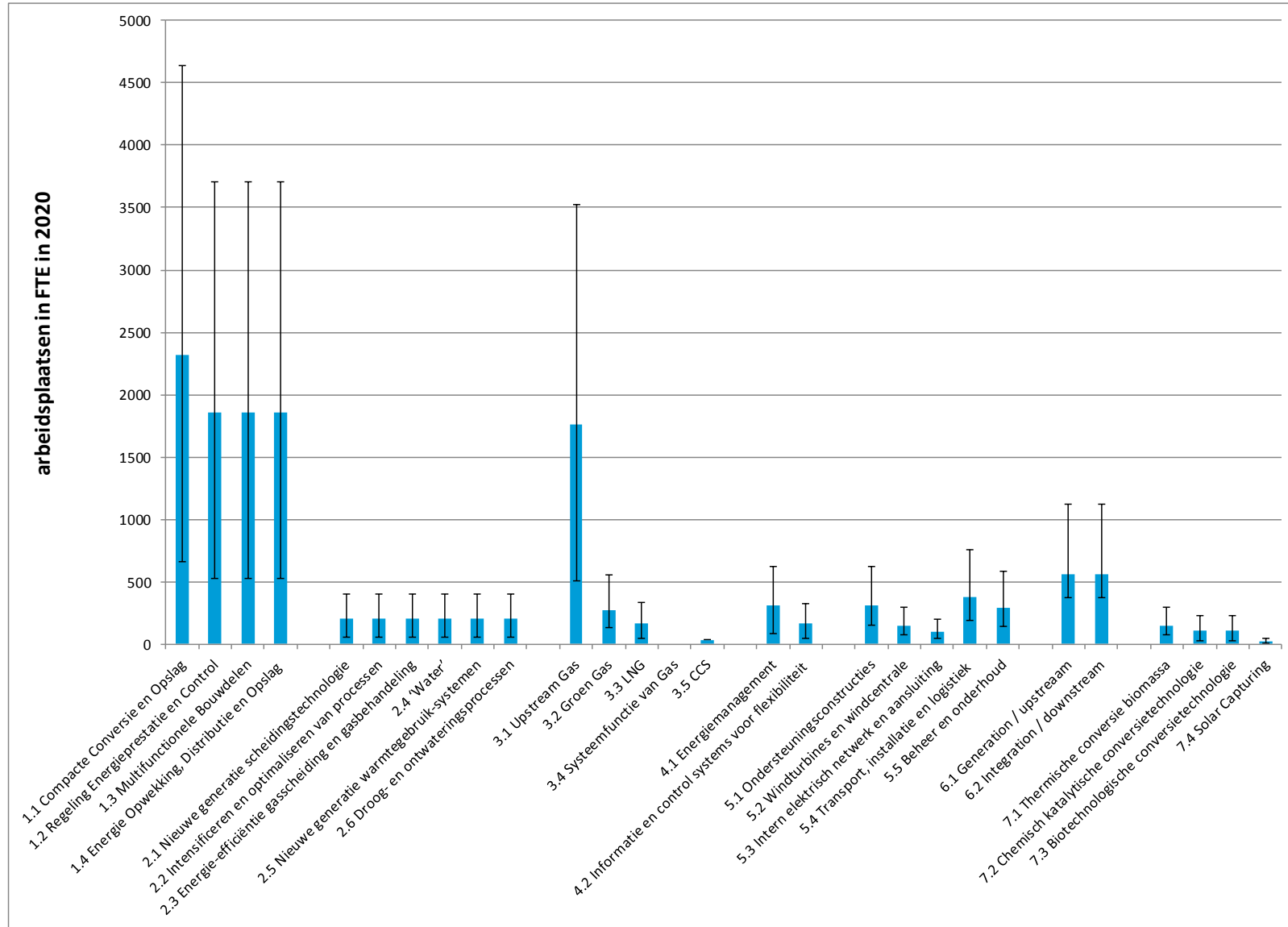
²² Alleen voor programmalijn 'Windturbines en centrale' ligt de innovatie-afhankelijkheid rond de 15%, vanwege het gegeven dat Nederland zelf geen turbinefabrikanten kent en dus afhankelijk is van kostprijzdaling van turbines op de mondiale markt.



Figuur 10 Overzicht additionele bijdrage productiewaarde (omzet) per programmalijn



Figuur 11 Overzicht additionele bijdrage werkgelegenheid (fte) per programmalijn



4.4 Bijdragen TKI's en programmalijnen aan CO₂-reductie

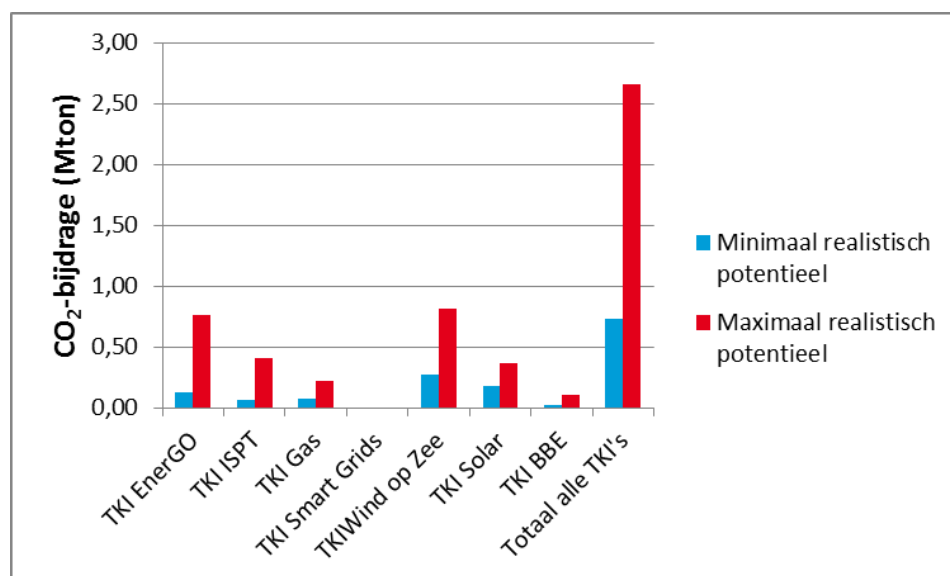
In Figuur 12 presenteren we de ex-ante inschatting van de additionele bijdrage aan CO₂-reductie voor de gehele TKI.

Voor alle TKI's samen komt de bijdrage uit op ca. een 0,75 tot 2,5 Mton, afhankelijk van hoe TKI's in de toekomst kunnen bijdragen aan succesvolle marktpenetratie van innovatieprojecten. Naarmate een TKI succesvoller is, zullen nieuwe ontwikkelingen hun weg vinden naar de markt. Succesvolle innovaties (e.g. lab to fab, lab to field) dragen bij aan nationale en internationale marktpenetratie van technieken. Deze impact is nog niet exact per TKI ingeschat (alleen ex-ante op basis van inschattingen uit de innovatieliteratuur), maar kan in de toekomst preciezer gemonitord worden.

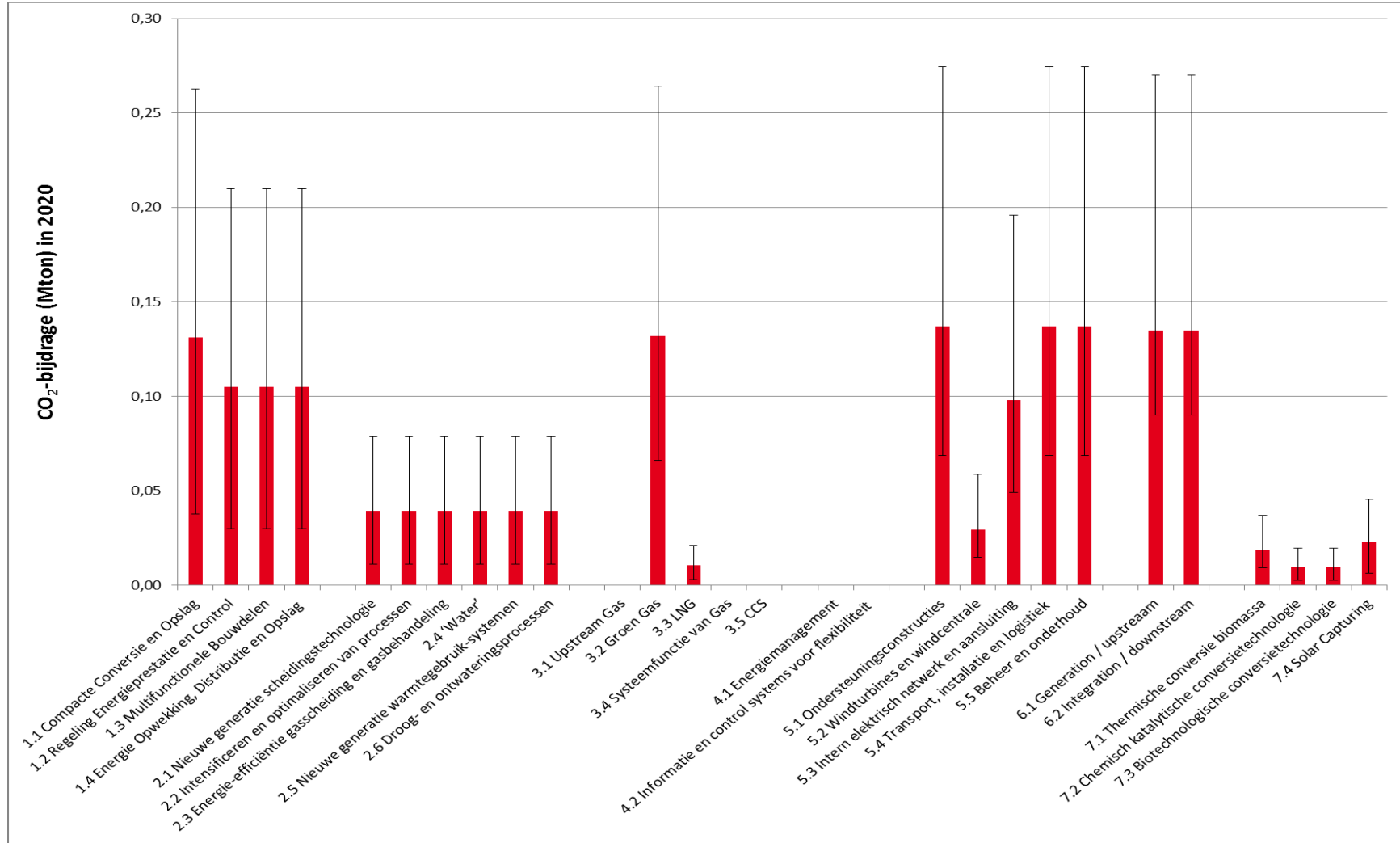
De TKI's met de belangrijkste bijdrage zijn EnerGO en Wind op Zee, op de voet gevolgd door ISPT, en vervolgens Solar Energy en Gas. Voor de TKI BBE en Gas is de bijdrage het geringst, waarbij zij aangetekend dat de bijdrage voor deze twee thema's door de aard en complexiteit van de besparingen ook lastiger valt aan te tonen. Overigens merken we op dat het risicoprofiel van de reductie-opgave bij EnerGO en Wind op Zee eveneens aanzienlijk is.

In Figuur 13 presenteren we de verwachte bijdrage per programmalijn, rekening houdend met het realistisch innovatiepotentieel. Deze kunnen gezien worden als additioneel, dus rekening houdend met andere factoren die van invloed zijn op het voorkomen van CO₂-emissies. Het beeld is dat de bandbreedtes voor de onzekerheid groot zijn. De programmalijnen voor EnerGO (alle), Wind op Zee (uitgezonderd programmalijn 5.2 Windturbines en centrales, vanwege importpositie van Nederland) en de programmalijn Groen Gas (TKI Gas) komen gunstig uit de vergelijking.

Figuur 12 Potentiele bijdrage per TKI aan CO₂-reductie in 2020



Figuur 13 Overzicht additionele bijdrage CO₂-reductie per programmalijn



4.5 Bijdrage TSE aan SER-doelen

In deze paragraaf wordt de bijdrage aan de SER-doelen per TSE-thema gegeven, alsook de additionele bijdrage daaraan voor elke TKI, beide op basis van de cijfers uit dit rapport. Omdat niet elke TKI/thema bijdraagt aan de doelen op het gebied van finale energiebesparing en op het gebied van hernieuwbare energie-opwekking laten we deze doelen in deze paragraaf buiten beschouwing.

De bijdrage van de thema's van de Topsector Energie aan de SER-doelen is afhankelijk van het specifieke thema. De SER-doelen zijn geformuleerd als²³:

1. Een besparing van het finale energieverbruik met gemiddeld 1,5% per jaar.
2. 100 petajoule aan energiebesparing in het finale energieverbruik van Nederland per 2020.
3. Een toename van het aandeel van hernieuwbare energieopwekking (nu ruim 4%) naar 14% in 2020²⁴.
4. Een verdere stijging van dit aandeel naar 16% in 2023.
5. Ten minste 15.000 voltijdsbanen, voor een belangrijk deel in de eerstkomende jaren te creëren.

Als voorbeeld: Thema's als Solar Energy en Wind op Zee zorgen voor productie van hernieuwbare energie, en dragen dus wel bij aan doelen nummers 3, 4 en 5, maar niet aan de besparing van finaal energiegebruik van doelen nummers 1 en 2. Voor andere thema's geldt juist het omgekeerde. Het enige SER-doel waar alle thema's aan bijdragen is doel nummer 5: creëren van 15.000 voltijdsbanen. Voor de goede orde: CO₂-emissiereductie, een andere grootheid waar alle TSE-thema's aan bijdragen, is geen zelfstandig SER-doel.

De ontwikkeling van het aantal voltijdsbanen per thema/TKI tussen 2010 en 2020 valt als volgt te decomponeren, zie Figuur 14 en Tabel 9.

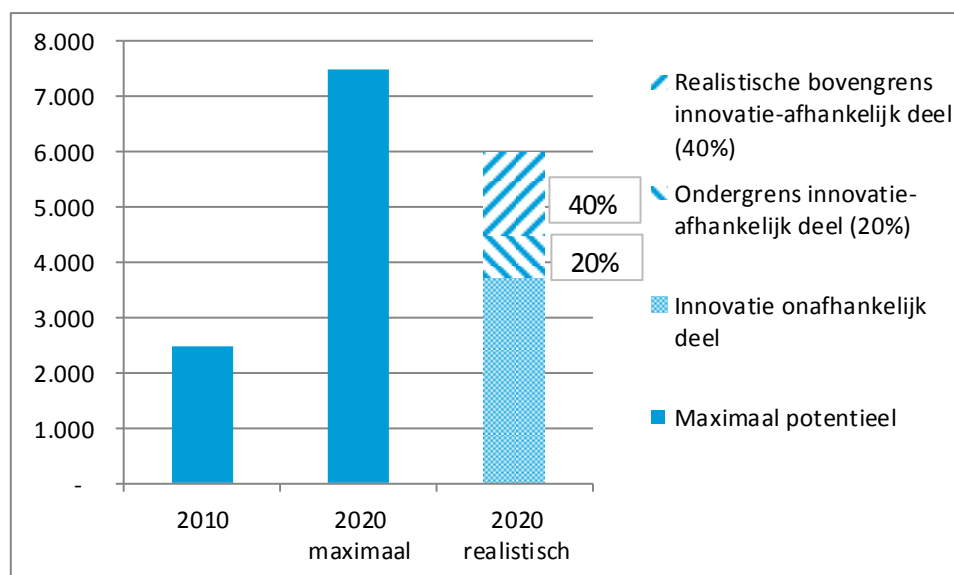
1. Een autonoom deel dat niet innovatie-afhankelijk is. Als dat aandeel klein is, dan kan het zijn dat zonder innovatie de werkgelegenheid in het thema kan dalen.
2. Een deel dat afhankelijk is van succesvolle innovaties. Daarbij moet worden opgemerkt dat in dit rapport de realistische slagingskans van innovatieprogramma's tussen de 5% (ondergrens) en 30% (bovengrens) van het theoretisch potentieel is ingeschat. Deze percentages zijn generiek aangehouden, dus voor elk thema hetzelfde.

Grafisch weergegeven ziet de decompositie er dan uit als in Figuur 14, waarbij de cijfers van het TKI Solar Energy zijn gepresenteerd.

²³ Bron: 'Energieakkoord duurzame groei - samenvatting'.

²⁴ Het percentage hernieuwbare energie wordt in het SER-Energieakkoord wel uitgewerkt naar o.a. MW Wind op Zee en op land, en naar een maximale bijdrage van biomassa, maar staat in het akkoord niet uitgewerkt als één getal dat is uitgedrukt als PJ hernieuwbare energie.

Figuur 14 Ontwikkeling van de werkgelegenheid (cijfers voor het thema Solar Energy), met decompositie van het maximaal potentieel naar een autonoom deel en een innovatie-afhankelijk deel (onder- en bovengrens)



Tabel 9 Bijdrage aan werkgelegenheid aan SER-doelen in 2020

Thema	Maximaal potentieel in 2020 (fte's in 2020)	Autonome deel (fte's, 2020)	Innovatie-afhankelijke deel (ondergrens, 5%; fte's in 2020)	Innovatie-afhankelijke deel (ondergrens, 30%; fte's in 2020)
EnerGO	53.000	7.950	2.253	13.515
ISPT	6.000	1.200	240	1.440
Gas	21.700	4.108	814	4.817
S2SG	3.750	1.813	91	544
WoZ	13.000	6.822	618	1.853
Solar Energy	7.500	3.750	750	1.500
BBE	6.000	3.820	147	654
Som	110.950	29.463	4.912	24.323

De bijdrage aan de werkgelegenheid in 2020 van de TSE ligt, afgerond, tussen de 5.000 en de 24.000 voltijdbanen (realistisch innovatie-potentieel). Dit betreft dus de bijdrage vanuit de TSE aan de totale werkgelegenheid in 2020. De grootste absolute bijdragen aan het totaal van het innovatie-afhankelijke deel komen van de thema's EnerGO en Gas.

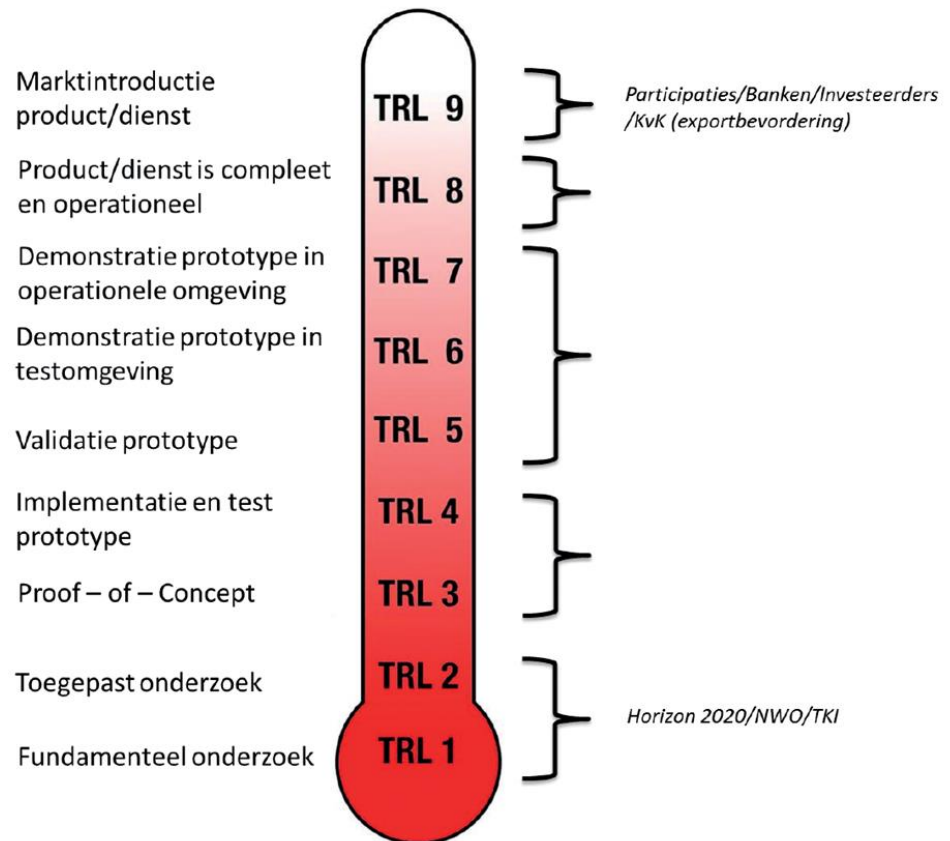
4.6 Monitoren van realistisch innovatiepotentieel

Een veelgebruikte manier om de verspreiding en adoptie van nieuwe kennis van idee tot algemene acceptatie te beschrijven is de innovatiecurve in combinatie met het TRL-model. Hiervoor wordt het TRL-model gebruikt (zie Figuur 15). TRL staat voor Technology Readiness Levels. Level 1 en 2 van het TRL-model staan voor meer fundamenteel onderzoek en de vroege stadia van toegepast onderzoek. De levels 3 tot en met 7 beschrijven het proces van

het ontwikkelen van kennis en het stimuleren van innovatie en valorisatie-trajecten met een duidelijke focus op de markt.

Voor een transitie naar een duurzame energievoorziening is ook de slimme uitrol van operationele producten van belang; dit is level 8. Level 9 gaat over marktintroductie, export en de grootschalige uitrol van producten en diensten. In dit stadium is venture capital van roete fondsen, banken en investeerders aan zet.

Figuur 15 Overzicht van TRL-niveaus



Voor een succesvolle TKI-innovatie dient een nieuw idee alle mogelijk stadia van TRL door te lopen, zonder ‘uitval’ onderweg.

Met andere woorden wil de dubbeldoelstelling binnen bereik komen (en we tellen voor het gemak het personeel van onderzoeksinstituten niet mee) dan moet een technologie uiteindelijk geadopteerd worden. Dan ontstaat er een markt, exportpotentieel en kan er een directe bijdrage geleverd worden aan een duurzame energievoorziening. Binnen elk van de TRL dienen specifieke ‘hurdles’ genomen te worden.

Uit de literatuur is bekend dat de praktijk van innovaties duidt op een succesrate van 5 tot 30%. Ofwel 70-95% van alle innovaties zal onderweg afhaken, in de dop, of testfase, of zelfs nadat test positief is uitgevallen. Hier kunnen talrijke knelpunten aan ten grondslag liggen die afhankelijk zijn van de specifieke fase. Voor zover deze knelpunten binnen de invloedssfeer liggen van de TKI bepalen ze ook de effectiviteit van de ondersteuning.

Zelfs grote innovatoren als Apple en Google nemen mislukkingen op de koop toe in de wetenschap dat een x % de eindstreep wel haalt en daarmee succesvol is.

Tabel 10 Mislukkingen Apple

Ook toonbeelden van succesvolle innovatoren als Google en Apple laten dergelijke failures zien, behalve dan dat er doorgaans minder ruchtbaarheid aan wordt gegeven en je ze ook vrijwel niet leest in de biografie van Steve Jobs. Tegenover de Ipad, Ipod en een Iphone zijn ook minder succesvolle of mislukte innovaties.

Vermoedelijk de bekendste betreft de mislukking van de Apple Lisa als opvolger van de Macintosh. Minder bekend zijn Macintosh TV, TV3, Apple Newton (PDA, of handheld), het besturingssysteem Taligent als vervanger van Mac OS. De uitvalrate zal nooit bekend worden, maar vermoedelijk een stuk hoger dan 25%.

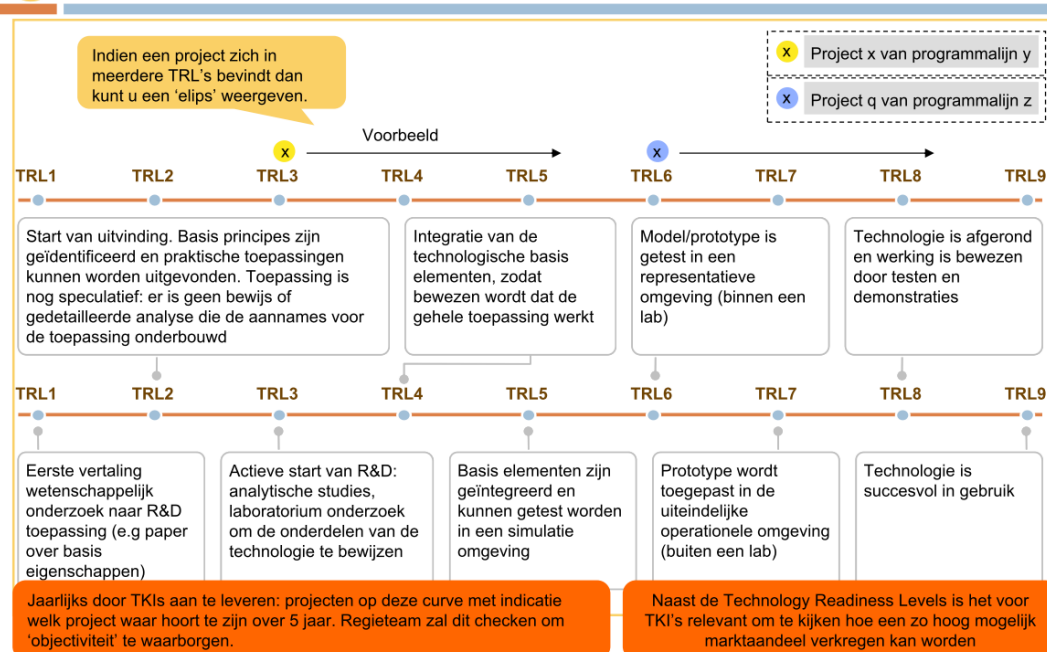
Daar ligt een voor de hand liggende koppeling met de TRL-niveaus zoals al in het rapportageformat door RVO thans gevraagd wordt.

Dit biedt een kapstok om de projecten in de loop van de tijd te monitoren op het operationele niveau en de slagingskans vast te kunnen stellen.

Zie Figuur 16.

Figuur 16 TRL-niveaus toegepast op TKI's

CD Fingerprint ontwikkelingsfases¹ per TKI



¹ TRL 1 – 3 komt overeen met Discovery, TRL 4 – 6 met Development en TRL 7 – 9 met Deployment
 BRON: Technology Readiness Levels for the United States Department of Energy (DOE)



5 Resultaten tot nu toe

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk beschrijven wij de resultaten tot op heden van de TKI's ten einde een eerste beeld te geven van de effectiviteit van ondersteuningslijnen. De gerealiseerde resultaten worden gepresenteerd aan de hand van:

- De mate waarin de programmalijnen erin slagen private onderzoeksmiddelen te committeren (Paragraaf 5.2).
- De mate waarin begrote en beschikte middelen daadwerkelijk besteed worden (kasuitputting) (Paragraaf 5.3).
- Een kwalitatieve beschrijving van de bijdrage (Paragraaf 5.4). In deze paragraaf staat ook een textbox opgenomen met projectvoorbeelden van elke TKI waar concrete resultaten zichtbaar worden.

5.2 Percentage private middelen

Indicator

De verhouding tussen private en publieke middelen in de financiering van de TKI's geeft, samen met de totale omvang van de financiering, een indicatie van het belang dat de Nederlandse industrie hecht aan de activiteiten van een TKI. De verhouding geeft daarmee een indicatie van de kans dat de innovaties die via het TKI worden bevorderd ook daadwerkelijk leiden tot een succesvolle marktpositie voor de betreffende sector. Uiteraard moet de indicator met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd en in samenhang met andere informatie worden gezien.

In Qlikview²⁵ zijn de cijfers beschikbaar van de financiering van de verschillende onderzoeksprogramma's van de TKI's. Deze cijfers zijn raadpleegbaar voor de jaren 2012, 2013 en 2014. De database geeft zowel de totale besteding per TKI per onderzoekprogramma per jaar, als de verdeling over private en publieke middelen.

Resultaten

De onderzoeksprogramma's van de TKI's zoals ze in Qlikview zijn opgenomen matchen niet geheel met de nieuwe programmalijnen zoals die in het overzicht in het offerteonderzoek voor de review van de Topsector Energie zijn opgenomen. In de volgende overzichten zijn de benamingen uit Qlikview²⁶ afgebeeld op de nieuwe programmalijnen. Deze matching is afgestemd met RVO. Programmalijnen waarvoor nog geen data aanwezig is in Qlikview zijn weggelaten in de figuren.

De omvang aan middelen is gesommeerd over de jaren 2012 tot en met 2014. Het percentage private middelen dat wordt getoond is gewogen met de omvang van de middelen in de jaren 2012 tot en met 2014.

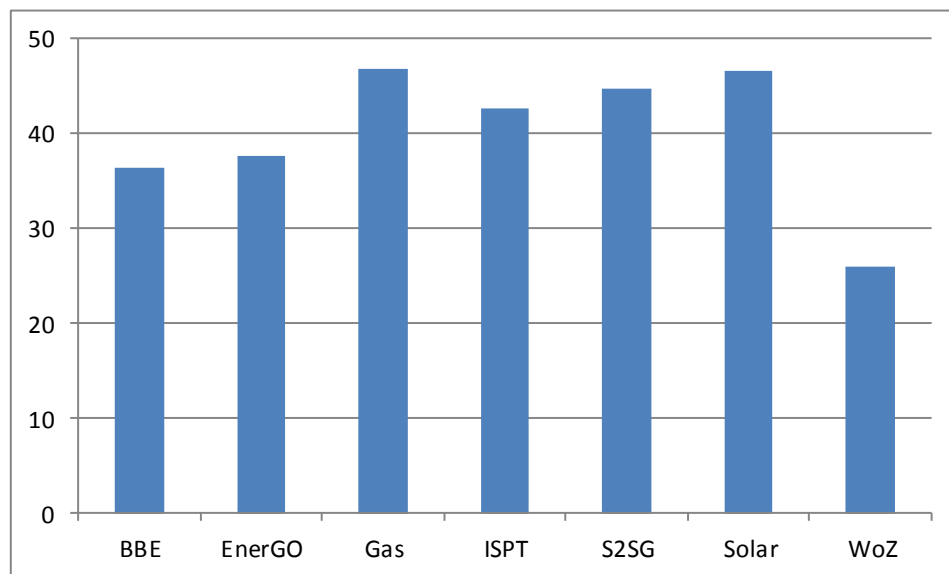
²⁵ Qlikview is het systeem waarin de voortgangsinformatie van de Topsectoren wordt bijgehouden, als basis voor rapportages en analyses.

²⁶ Geraadpleegd op 22 augustus 2014.



Het percentage private middelen in de financiering loopt uiteen van 26% voor het TKI Wind op Zee tot 47% voor het TKI Solar Energy en het TKI Gas, zie Figuur 17. Er is geen correlatie zichtbaar tussen het percentage private middelen en de totale omvang van de financiële middelen per TKI.

Figuur 17 Percentage private middelen in de financiering, per TKI (gewogen gemiddelde over 2012 t/m 2014)



Figuur 17 laat zien dat niet elk TKI eenzelfde mate van private financiering weet te genereren. Dit is reeds bekend.

In Tabel 11 staat deze informatie per nieuwe programmalijn van elke TKI gegeven, eveneens afkomstig uit Qlikview. Uit de tabel blijkt allereerst duidelijk het verschil in omvang aan middelen per onderzoeksprogramma, van relatief klein (€ 1,5 miljoen) tot groot (ruim € 83 miljoen). Maar er is ook een aanzienlijk verschil in het percentage private middelen per onderzoeksprogramma, variërend van 13 tot 57%. Deze variatie komt nog duidelijker tot uitdrukking in Figuur 18.

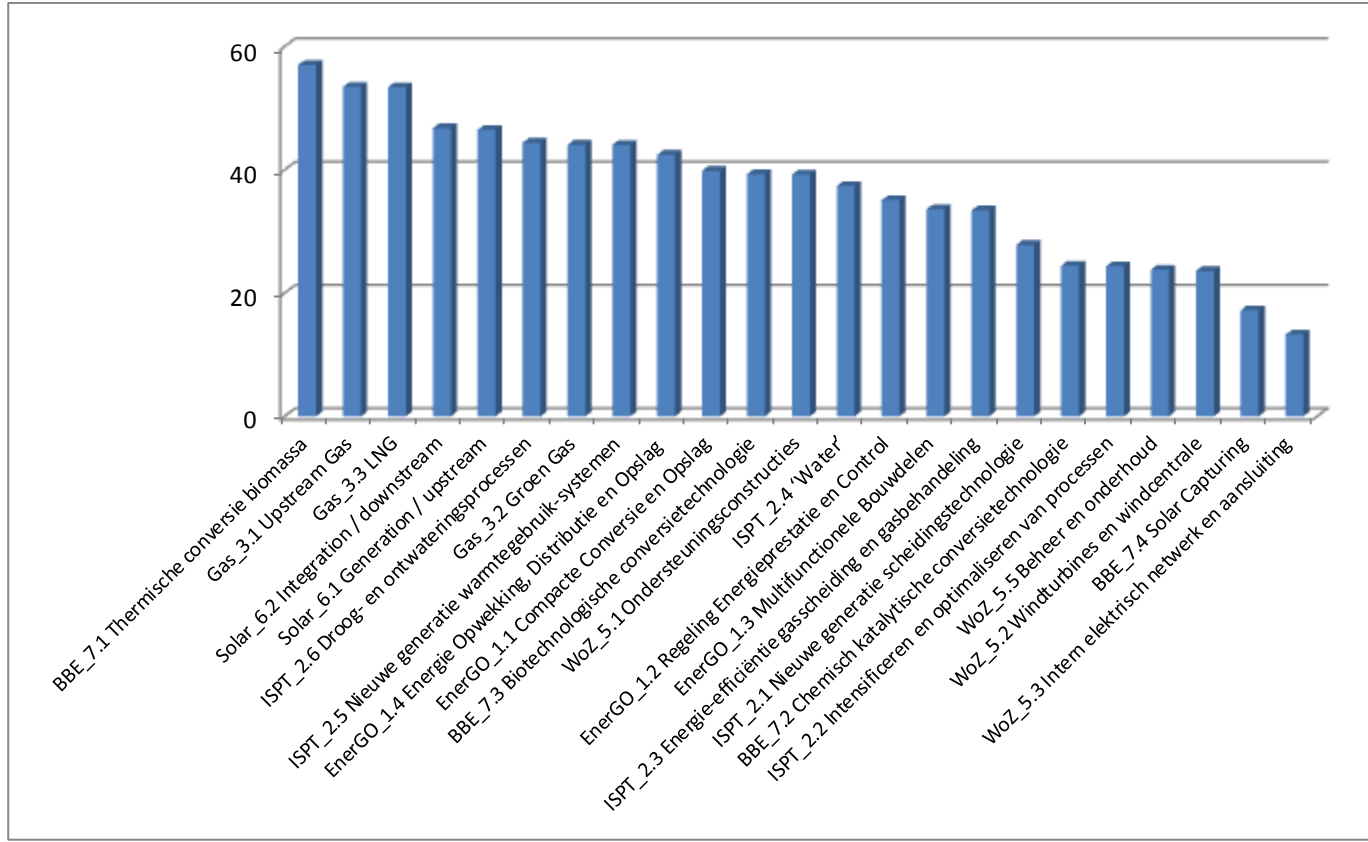
Tabel 11 Omvang aan financiële middelen en percentage private middelen, per TKI per nieuwe programmalijn (som over 2012 t/m 2014)

TKI_Onderzoeksprogramma	Som middelen 2012 t/m 2014	Percentage private middelen
EnerGO_1.1 Compacte Conversie en Opslag	€ 6.897.662	40
EnerGO_1.2 Regeling Energieprestatie en Control	€ 14.607.186	35
EnerGO_1.3 Multifunctionele Bouwdelen	€ 4.914.592	34
EnerGO_1.4 Energie Opwekking, Distributie en Opslag	€ 4.207.612	42
ISPT_2.1 Nieuwe generatie scheidingstechnologie	€ 4.847.380	28
ISPT_2.2 Intensificeren en optimaliseren van processen	€ 5.678.000	24
ISPT_2.3 Energie-efficiëntie gasscheiding en gasbehandeling	€ 2.874.000	33

TKI_Onderzoeksprogramma	Som middelen 2012 t/m 2014	Percentage private middelen
ISPT_2.4 'Water'	€ 1.462.000	37
ISPT_2.5 Nieuwe generatie warmtegebruik-systemen	€ 8.468.080	44
ISPT_2.6 Droog- en ontwateringsprocessen	€ 3.276.000	44
Gas_3.1 Upstream Gas	€ 11.767.840	53
Gas_3.2 Groen Gas	€ 85.069.938	44
Gas_3.3 LNG	€ 22.453.320	53
Gas_3.4 Systeemfunctie van Gas		
Gas_3.5 CCS		
S2SG_4.1 Energiemanagement		
S2SG_4.2 Informatie en control systems voor flexibiliteit		
WoZ_5.1 Ondersteuningsconstructies	€ 11.718.534	39
WoZ_5.2 Windturbines en windcentrale	€ 13.924.216	24
WoZ_5.3 Intern elektrisch netwerk en aansluiting	€ 5.792.638	13
WoZ_5.4 Transport, installatie en logistiek		
WoZ_5.5 Beheer en onderhoud	€ 16.280.554	24
Solar_6.1 Generation / upstream	€ 58.179.332	46
Solar_6.2 Integration / downstream	€ 41.647.004	47
BBE_7.1 Thermische conversie biomassa	€ 61.060.764	57
BBE_7.2 Chemisch katalytische conversietechnologie	€ 83.304.406	24
BBE_7.3 Biotechnologische conversietechnologie	€ 31.332.324	39
BBE_7.4 Solar Capturing	€ 11.269.554	17



Figuur 18 Percentage private middelen in de financiering van de verschillende nieuwe programmalijnen van de TKI's, gesorteerd op aflopende grootte



5.3 Kasuitputting

Indicator

In Qlikview is het percentage kasuitputting te raadplegen, per programma per TKI. Het percentage kasuitputting geeft, met de nodige voorzichtigheid, informatie over de mate waarin de TKI's succesvol zijn in het ontwikkelen van innovatieprojecten op de verschillende programmalijnen. Kasuitputting is gedefinieerd als het aandeel daadwerkelijk uitgegeven middelen van het door het Topsteam toegekende budget.

De onderzoeksprogramma's van de TKI's zoals ze in Qlikview zijn opgenomen matchen niet geheel met de nieuwe programmalijnen zoals die in het overzicht in het offerteverzoek voor de review van de Topsector Energie zijn opgenomen. In de volgende overzichten zijn de benamingen uit Qlikview²⁷ afgebeeld op de nieuwe programmalijnen. Deze matching is afgestemd met RVO. Programmalijnen waarvoor nog geen data aanwezig is in Qlikview zijn weggelaten in de figuren.

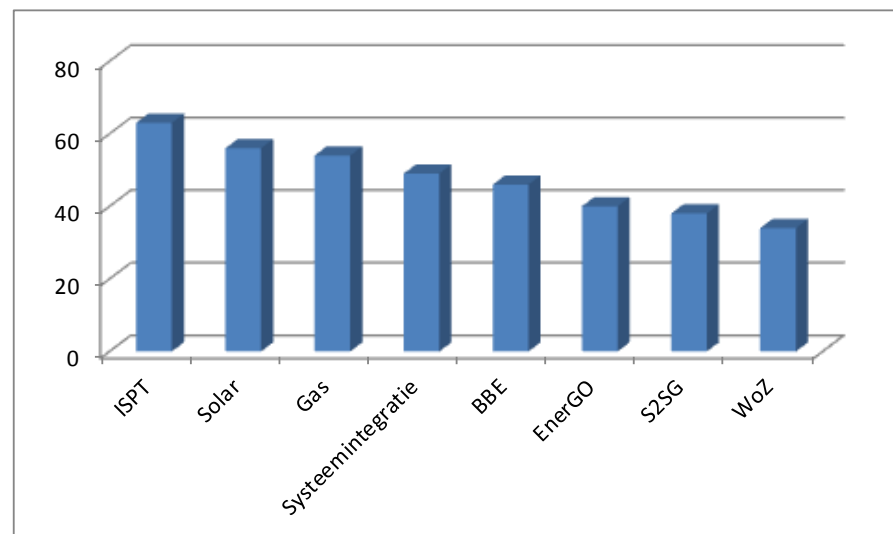
Het percentage kasuitputting dat wordt getoond is gewogen met de omvang van de middelen in de jaren 2012 en 2013. De betreffende data over 2014 is nog niet opgenomen in Qlikview.

Het percentage is in Qlikview bepaald ten opzichte van de daadwerkelijke beschikte budgetten per TKI per programmalijn. Deze beschikte budgetten kunnen afwijken van de initiële budgettoewijzingen vanuit de Topsector Energie, die dienen als basis voor de regelingen en tenders van de TKI's. De gegevens zijn afkomstig uit de beschikkingen die RVO in de database heeft. Voor TKI ISPT geldt een uitzondering, omdat deze TKI de beschikkingen zelf administreert. De gegevens in Qlikview zijn daarom voor TKI ISPT op een hoger aggregatieniveau, en niet per programmalijn.

Resultaten

Het percentage kasuitputting loopt uiteen van 34% voor het TKI Wind op Zee tot 63% voor het TKI ISPT, zie Figuur 19.

Figuur 19 Percentage kasuitputting per TKI (gewogen gemiddelde over 2012 en 2013)



²⁷ Geraadpleegd op 26 augustus 2014.

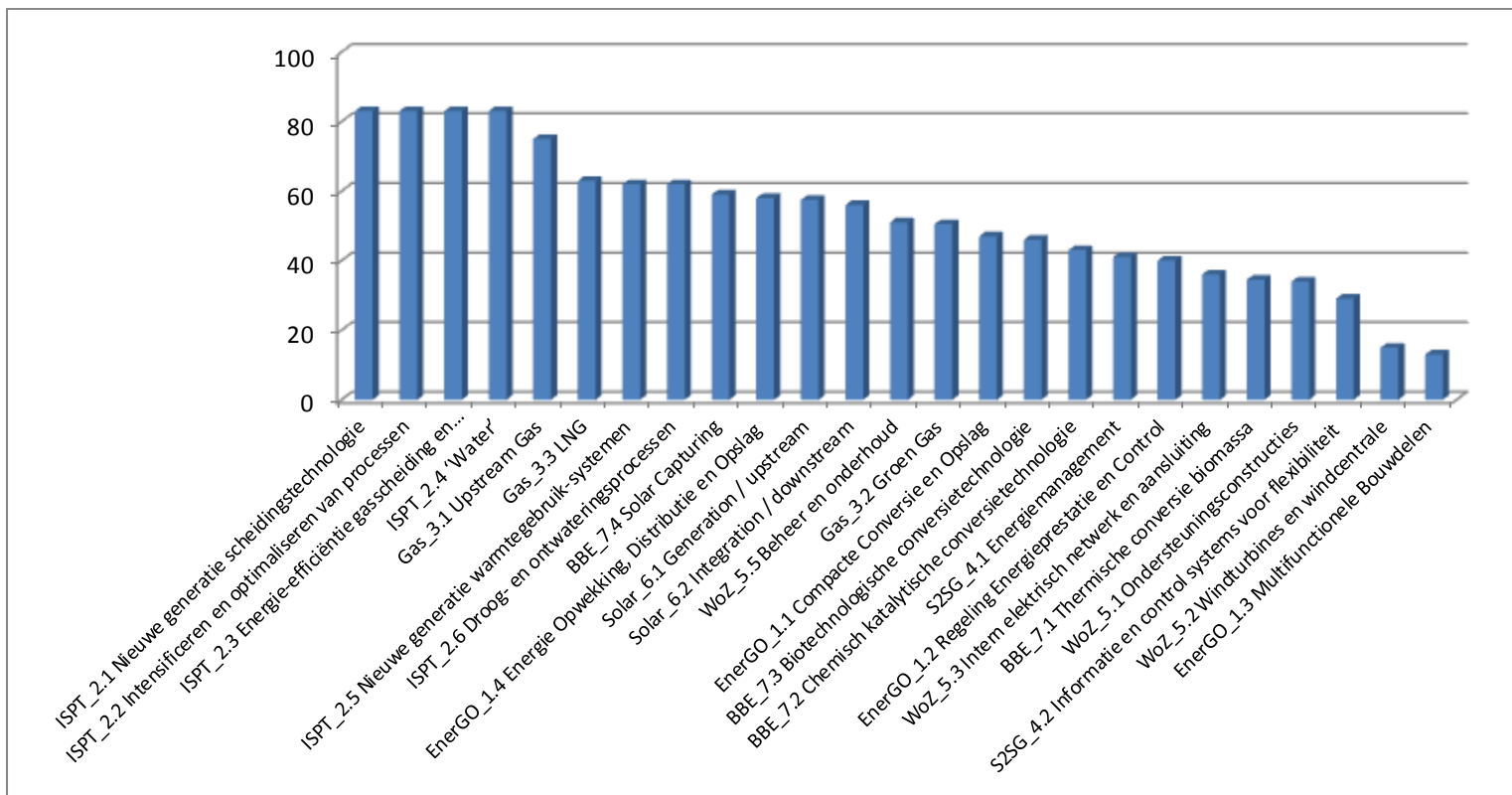
In Tabel 12 staat deze informatie per onderzoeksprogramma van elke TKI gegeven, eveneens afkomstig uit Qlikview. Het percentage kasuitputting per nieuwe programmalijn varieert tussen 83% en 13%, zie tevens Tabel 12.

Tabel 12 Percentage kasuitputting, per TKI per nieuwe programmalijn (som over 2012 en 2013)

TKI_programmalijn	Percentage kasuitputting
EnerGO_1.1 Compacte Conversie en Opslag	47
EnerGO_1.2 Regeling Energieprestatie en Control	40
EnerGO_1.3 Multifunctionele Bouwdelen	13
EnerGO_1.4 Energie Opwekking, Distributie en Opslag	58
ISPT_2.1 Nieuwe generatie scheidingstechnologie	83
ISPT_2.2 Intensificeren en optimaliseren van processen	83
ISPT_2.3 Energie-efficiëntie gasscheiding en gasbehandeling	83
ISPT_2.4 'Water'	83
ISPT_2.5 Nieuwe generatie warmtegebruik-systemen	62
ISPT_2.6 Droog- en ontwateringsprocessen	62
Gas_3.1 Upstream Gas	75
Gas_3.2 Groen Gas	51
Gas_3.3 LNG	63
Gas_3.4 Systeemfunctie van Gas	
Gas_3.5 CCS	
S2SG_4.1 Energiemanagement	41
S2SG_4.2 Informatie en control systems voor flexibiliteit	29
WoZ_5.1 Ondersteuningsconstructies	34
WoZ_5.2 Windturbines en windcentrale	15
WoZ_5.3 Intern elektrisch netwerk en aansluiting	36
WoZ_5.4 Transport, installatie en logistiek	
WoZ_5.5 Beheer en onderhoud	51
Solar_6.1 Generation/upstream	58
Solar_6.2 Integration/downstream	56
BBE_7.1 Thermische conversie biomassa	35
BBE_7.2 Chemisch katalytische conversietechnologie	43
BBE_7.3 Biotechnologische conversietechnologie	46
BBE_7.4 Solar Capturing	59



Figuur 20 Percentage kasuitputting van de verschillende nieuwe programmalijnen van de TKI's, gesorteerd naar aflopend percentage



5.4 Kwalitatieve beschrijving resultaten

De kwalitatieve bijdrage kan als volgt geduid worden:





- De meeste TKI's dragen vooral bij in de vorm van het met elkaar in contact brengen van partijen in de gouden driehoek. Dat gaat meestal in de vorm van jaarlijkse matchmakersbijeenkomsten, pitches en expert-bijeenkomsten. Wij constateren dat de link tussen kennisinstellingen en bedrijven en bedrijven onderling bij veel nieuwe consortia nieuw is, en heeft geresulteerd in veel gezamenlijke onderzoeksvoorstellen. Dit is een duidelijke aanwijsbare verdienste van de TKI's, want men geeft aan elkaar niet te hebben gevonden zonder dit proces. Achterliggend idee van dit open-innovatiemodel is dat bedrijven, in een wereld van wijdverbreide kennis, niet langer volledig kunnen vertrouwen op hun eigen onderzoek. Excellente kennis is te fluïde om in een eigen onderzoeksomgeving te worden ontwikkeld.
- Daar waar bestaande technologie al wel voorhanden, moet deze gemoduleerd worden naar specifieke omstandigheden en eventueel nog worden geoptimaliseerd en getest in een pilotopstelling, alvorens deze te kennis te adopteren. Hiervan kan men zich afvragen of dat niet sowieso gebeurd zou zijn, ook zonder TKI-inspanningen. De verdienste van de programmalijnen TKI ligt, hoewel moeilijk aantoonbaar te maken, in het katalyseren en versnellen van het innovatieproces. Zonder TKI zou men kunnen zeggen dat dit ook wel was gebeurd, maar later en mogelijk minder efficiënt.
- Enkele TKI richten zich vrij gefocust op doorbraaktechnologieën. Een doorbraaktechnologie betreft een cruciale innovatie die een versnelling op gang brengt richting duurzaamheid, met potentiële nieuwe (internationaal georiënteerde) business tot gevolg. De warmtebatterij (een accu en zonnepaneel ineen) in het TKI EnerGO is hiervan een goed voorbeeld. Deze doorbraakinnovatie betekent dat traditionele apparatenbouwers in de keten moeten gaan samenwerken met de chemische industrie. Hoewel het TKI hierin in de opstartfase verkeert, ligt de verdienste vooral in het gecoördineerd richting geven aan sectoroverschrijdende innovatie, en daarbij het aangaan van meerjarige onderzoeksprogramma's (vijf jaar) voor NWO onderzoeksgelden. Zonder dat we de uitkomst van dit proces kennen, constateren we dat de richting en langjarig commitment een belangrijke verdienste is van het TKI EnerGO.
- Lacunes in protocollen en andere organisatorische benodigheden voor een makkelijke implementatie worden nu deels onder de TKI ontwikkeld, maar zouden voor implementatie mogelijk ook ontwikkeld zijn.

In al deze kwalitatieve bijdragen werkt de TKI - anders gezegd - meer als katalysator, versneller en manier om richting te geven aan een zo groot mogelijke bijdrage van energie-innovaties aan de dubbeldoelstelling. Daar veel TKI's feitelijk in een opstartfase verkeren, is onze inschatting dat de katalyserende werking van het bij elkaar brengen van bedrijven onderling en bedrijven en kennisinstellingen op dit moment de nadruk heeft. Alhoewel dit erg moeilijk aantoonbaar te maken is, is ons beeld dat de meerwaarde in deze opstartfase aanzienlijk is zonder uitzondering per TKI.

De TKI ISPT heeft - als uitzondering - veel projecten in de portefeuille die veelal een hoger TRL-level hebben, en in test of pilotfase verkeren.



Voorbeelden van TKI-projecten waar concrete resultaten zichtbaar worden zijn opgenomen in onderstaande tabel.

TKI		Projectvoorbeeld
WoZ		Blue Piling: Blue Piling Technology is een alternatief voor de huidige heitechniek met hydraulische heiblokken. In dit geval wordt gebruik gemaakt van een waterkolom en een explosief mengsel. Het resultaat van het project zal een directe verlaging van de kostprijs van de installatie van windturbines bewerkstelligen. i.s.m. Fistuca, Van Oord en TNO.
Gas		Synvalor reactor: Synvalor ontwikkelt een nieuwe biomassavergassingstechnologie. Dit gebeurt door de bouw van een nieuwe generatie Vortex reactoren (de SynvaTor [®] genoemd). Dit nieuwe type reactor heeft veel potentie om bestaande problemen bij biomassavergassing, zoals teervorming en beperkte toepasbaarheid op biomassastromen, op te lossen.
Solar Energy		Aerspire: Het project AER (Aesthetic Energy Roof) is een volledige dakoplossing die elektriciteit en warm water genereert, de conventionele dakpan vervangt en flexibel in te zetten is op elk type hellend dak. Door de geïntegreerde oplossing worden passieve en actieve elementen toegepast. De actieve leveren elektriciteit en warm water. De passieve delen vullen de rest van het dak op.
S2SG		Cellular Smart Grid Platform (CSGriP): CSGriP onderzoekt en ontwikkelt een netconcept waarin deelnetten op distributieniveau grotendeels zelfvoorzienend en zelfregulerend opereren in lokale, decentrale opwekking en lokale afname van energie, gebruik makend van een relatief kleine energieopslag en nieuwe Smart Grid technologieën.
EnerGO		Tessel- compacte thermische opslag: Een 1ste generatie compacte thermische opslag, met nieuw type reactor (patent aangevraagd). Toepassing geschikt voor bestaande- en nieuwbouw. Helpt t.z.t. bij verhoging inzet en profijt van hernieuwbare energie en ook bij net-balancing. Nieuwe materiaaltoepassingen en reactoren worden opgepakt in nieuwe meerjarenprogramma.
ISPT		Huntsman: De chemische industrie gebruikt veel katalysatoren. Met milieuvriendelijkere en efficiëntere katalysatoren kunnen goedkopere en schonere chemicaliën worden geproduceerd. Huntsman heeft een 'shared facility' bij Plant One ontwikkelt om te testen of dergelijke katalysatoren in de productie toegepast kunnen worden, zonder aan stabiliteit, bruikbaarheid en functionaliteit verliezen. Zowel de katalysator als de processen er omheen worden onderzocht, getest en verbeterd.
BBE		Pyrolysefabriek: Op het terrein van AkzoNobel in Hengelo is begonnen met de bouw van een pyrolysefabriek (olie-uit-hout). Wanneer de fabriek volledig in bedrijf is genomen, zal de productiecapaciteit ruim 20 miljoen liter pyrolyse olie per jaar bedragen. Deze hoeveelheid duurzame olie vervangt ruim 12 miljoen kubieke meter aardgas.

Bron: Presentatie Regie Team TSE, 16 april 2014.



6 Conclusies

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk geven we de conclusies van dit Deelonderzoek 1 van de TSE-evaluatie weer. We bespreken daarbij afzonderlijk de conclusies ten aanzien van de uitgangspositie (nulmeting), basispad en additionaliteit.

6.2 Beginsituatie

De volgende conclusies kunnen getrokken worden over de economische betekenis (impact) in de beginsituatie:

- Energiebesparing in gebouwde omgeving en Gas zijn verantwoordelijk voor meeste impact in 2010 in termen van werkgelegenheid.
- Meer dan 80% van de werkgelegenheid binnen de Topsector Energie zit in beide sectoren.
- Gegeven de door ons gehanteerde afbakening (en TKI's) hebben deze cijfers betrekking op zowel exploitatie- als pre-exploitatiefase. Dit is vooral voor de sector EnerGO van belang met veel werkgelegenheid in installatie en technische dienstverlening (exploitatie). Het arbeidsvolume van maakindustrie van duurzame (gebouwbonden) installaties ligt echter veel meer in lijn met andere sectoren, en onderscheidt zich ook minder positief als het gaat om exportpotentieel. Voor de andere sectoren is dit exploitatie versus pre-exploitatie veel minder uitgesproken.
- In onze ogen zijn beide criteria (exploitatie en pre-exploitatie) relevant voor het Topteam. De pre-exploitatie - met name maakindustrie - sluit meer aan bij de kern van het Topsectorenbeleid, te weten de sterkste sectoren in de Nederlandse economie nog sterker te maken door te bevorderen dat bedrijven en kennisinstellingen meer samenwerken aan innovatie. Hiervoor is tevens van belang deze goed aansluiten bij competitieve voordelen voor de Nederlandse energiesector (zie Deelonderzoek 2). Totale werkgelegenheid kan gezien worden als de 'totale economische spin-off' in alle schakels van de eigen waardeketen.
- Uitgaande van het criterium pre-exploitatie kan Gas als de sterke TKI-sector worden gezien. Weliswaar met een autonome daling van de marktomvang van upstream gas in Nederland.
- In deze analyse is alleen naar *directe werkgelegenheid* in de eigen waardeketen gekeken. Hoewel alle sectoren multipliereffecten kennen naar de rest van de economie, springen twee sectoren er in het bijzonder uit:
 - Smart Grids (in absolute zin klein), maar belangrijk vanwege de potentieel grote financiële besparingen in de gehele energieketen.
 - ISPT: Bij banenbehoud/groei van 300.000 banen in de procesindustrie spelen investeringen in energie-efficiency een belangrijke rol. De kans op behoud van deze banen in Nederland is groter bij een efficiënte procesindustrie in Nederland die minder afhankelijk is van inzet van dure energie.

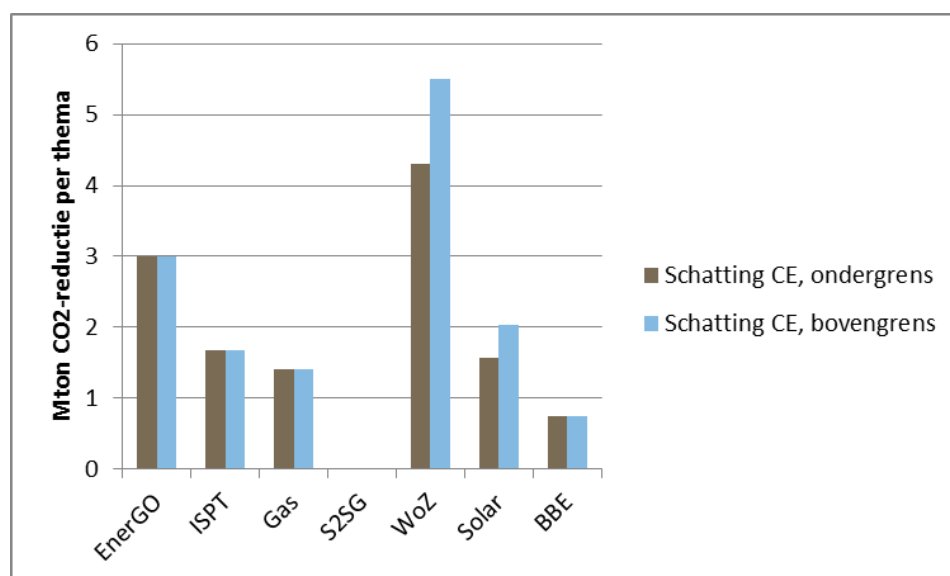


6.3 Basispad

De volgende conclusies kunnen getrokken worden over de bijdrage aan energietransitie en klimaat per sector (zie Figuur 21):

- De ‘TKI-sectoren’ EnerGO, Wind op Zee en Solar Energy kennen het meest omvangrijke reductiepotentieel met tenminste 2 Mton aan CO₂-reductie in het basispad, uitgaande van de optimistische schatting.
- BBE en Gas kennen de kleinste bijdrage. Daarbij dient aangetekend te worden dat de programmalijnen gericht op bio-energie bij zowel BBE en (Groen) Gas zeker ook een gunstig reductiepotentieel in het basispad kennen. Ten opzichte van Zon en Wind zijn de potentiële sectorbijdragen echter geringer.
- De economisch belangrijke sector Gas upstream kent geen reductiepotentieel. Ook het reductiepotentieel van LNG transport is bescheiden.
- *Industriële energiebesparing* wordt door ons in het basispad een iets kleiner reductiepotentieel toegedicht dan de *besparing in de gebouwde omgeving*. De reden is dat het vervangingstempo in de industrie lager ligt (langere afschrijvingstermijn kapitaalgoederen) en ook de adaptatie van nieuwe besparingstechnieken in de industrie meerdere knelpunten kent. Industrie wil 100% bewezen technieken, en investeringen moeten zich ultrasnel terugverdienen. Ervaring is dan ook dat implementatie langzaam gaat. Dat is ook van belang voor innovatiebeleid dat voor het welslagen afhankelijk is van *de facto* implementatie van technieken. Andere inschattingen voor het implementatietempo, door aanscherping van Convenanten of een hogere CO₂-prijs in EU ETS kunnen aanleiding geven tot een ander reductiepotentieel, mogelijk gunstiger.

Figuur 21 Overzicht van CO₂-reductie in Mton per thema, 2020



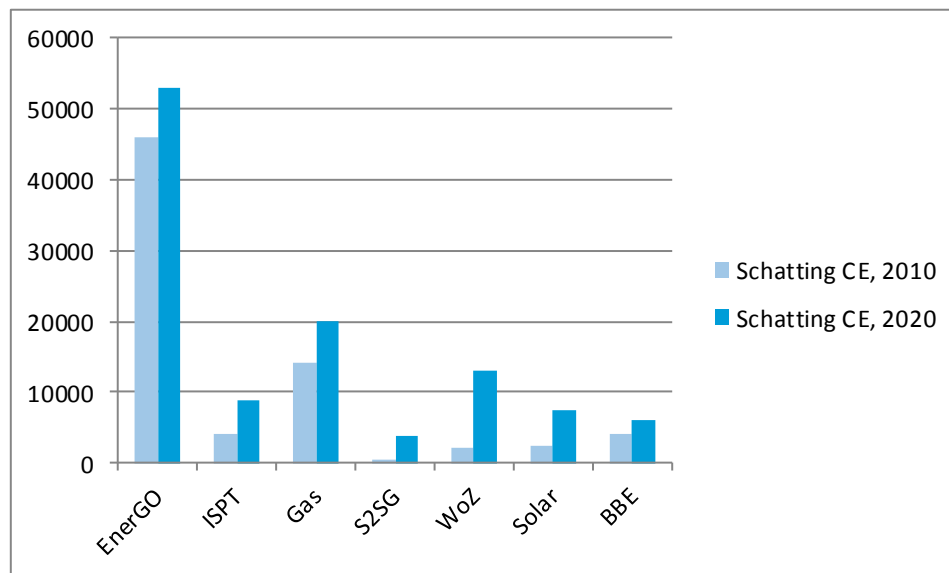
De volgende conclusies kunnen getrokken worden over de bijdrage aan werkgelegenheid in 2020:

- De sectoren EnerGO, Gas en Wind op Zee zijn in 2020 verantwoordelijk voor verreweg de meeste voltijdbanen.
- Ook hier geldt dat de beginsituatie sterk bepalend is. Wordt de installatie (en beheer) van isolatie en energiezuinige installaties niet meegerekend, dan is EnerGO veel vergelijkbaarder met de andere sectoren uit de TSE-

portfolio. EnerGO is dus vooral een banenmotor in de bouw- en installatiebranche.

- Kijken naar het groeipotentieel, dan is de verwachting dat WOZ tot de sectoren met het hoogste banenpotentieel behoort, met name door de sterke opschaling die in de periode tot 2023 noodzakelijkerwijs zal moeten worden gerealiseerd in het kader van het Energieakkoord. Smart Grids en ISPT sluiten hier de rijen.

Figuur 22 Overzicht van voltijdbanen per thema, in 2010 en 2020



6.4 Additionele bijdrage per TKI en programmalijn

De volgende conclusies kunnen getrokken worden over de additionele bijdrage van de verschillende TKI's:

1. De relatieve verhouding tussen boven- en ondergrens is gebaseerd op een programmaspecifieke analyse van de mate waarin geleerd wordt in de verschillende innovatieruimtes.
Daarmee drukken we uit dat innovatie een zoekproces is waarbij falen moet worden ingecalculeerd. Aangezien we met de start vanaf 2011 nog te weinig inzicht hebben in het track record per TKI of programmalijn, is echter nog slechts een beperkte differentiatie aan te brengen in de uitvalpercentages.
2. De consequentie hiervan is dat de absolute verhoudingen tussen boven- en ondergrens grote verschillen vertonen, omdat de absolute omvang van het innovatie-afhankelijk deel van de effecten sterk verschilt van programmalijn tot programmalijn en van TKI tot TKI.
 - a Kijken we naar de parameter 'omzet in 2020', dan komen de grootste bijdragen aan de additionele innovaties van de TKI's: Gas (34%), EnerGO (27%), WoZ (13%) en ISPT (13%).
 - b Met de algemene kanttekening dat deze bijdragen op peiljaren later in de tijd (2030, 2050) kan verschuiven, maar dat die latere peiljaren buiten deze beschouwing zijn gelaten. Dit geldt ook voor de andere parameters.
3. Kijken we naar de parameter 'arbeidsplaatsen in 2020', dan komen de grootste bijdragen aan de additionele innovaties van de TKI's: EnerGO, Gas, WoZ en ISPT.

4. Kijken we naar de parameter 'CO₂-emissiereductie in 2020', dan komen de grootste bijdragen aan de additionele innovaties van de TKI's: WoZ (29%), EnerGO (29%), ISPT (16%) en Solar Energy (11%).
5. Uit de risicoanalyse volgt dat Wind op Zee, EnerGO en Solar Energy ook grote verschillen laten zien tussen boven- en ondergrens, dus aanmerkelijke risico's kennen dat de uitkomst afwijkt van de middenwaarden in absolute termen. Samengevat: rendement komt dus niet zonder risico.



Literatuur

Lekkerkerk, 2012

L.J. Lekkerkerk

Innovatie- en Organisatiestructuur. Ontwikkeling en test van een functiemodel voor structuuronderzoek en -diagnose.

Proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor aan de Radboud Universiteit Nijmegen, 5 juni 2012

Agentschap NL, 2011

Nederland in KP7

Den Haag : Agentschap NL, 2011

CBS, 2011

Maarten van Rossum, Joram Vuik, Jay Kang, Niek Muminovic

Economische Radar duurzame energiesector

De aanbodzijde belicht van de economie achter de hernieuwbare energie en energiebesparing

Voorburg : Centraal Bureau voor de Statistiek, Juni 2011

Ecorys, 2010

Versterking van de Nederlandse Duurzame Energiesector

Rotterdam : Ecorys, 2010

Ecofys, 2013

Prestaties en het Potentieel van de Topsector Energie

Samenvatting, conclusies en aanbevelingen

Utrecht: Ecofys, 2013

Trouw, 2004

Innovatie in bedrijfsleven faalt veelal

<http://www.trouw.nl/tr/nl/4324/Nieuws/archief/article/detail/1740652/2004/06/05/Innovatie-in-bedrijfsleven-faalt-veelal.dhtml>