



Evaluatie van de SDE+

Eindrapport

Contract details

Evaluatie van de SDE+
Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
Referentie: 202106005

Aangeboden door

Trinomics B.V.
Westersingel 34
3014 GS Rotterdam
The Netherlands

Auteurs

Onne Hoogland
Long Lam
Tycho Smit
Joris Moerenhout
Henjo Jagtenberg

Contactpersoon

Onne Hoogland
T: +31 (0) 6 1036 0790
E: Onne.hoogland@trinomics.eu

Datum

Rotterdam, 24 december 2021

INHOUDSOPGAVE

Managementsamenvatting	2
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding en doel van het onderzoek.....	9
1.2 Doel en ontwerp van de SDE+	9
1.3 Onderzoeksmethode en opbouw van het rapport	11
2 Evaluatie doeltreffendheid.....	12
2.1 Gerealiseerde hernieuwbare energieproductie.....	12
2.2 Impact van uitval.....	22
2.2.1 Beschikingsfase	24
2.2.2 Realisatiefase	27
2.2.3 Productiefase	36
2.3 Additionaliteit	40
3 Evaluatie doelmatigheid	46
3.1 Kosten voor gerealiseerde hernieuwbare energieproductie	46
3.2 Aansluiting subsidie - subsidiebehoefte	48
3.2.1 Stimulering van indienen in de vrije categorie	50
3.2.2 Hoogte basisbedragen.....	55
3.2.3 Opsplitsing projectcategorieën	59
3.2.4 Rentabiliteit en conclusie over aansluiting subsidie - subsidiebehoefte	60
3.3 Rangschikkingsmethode	62
3.4 Uitvoeringskosten en tevredenheid	65
3.4.1 Uitvoeringskosten overheid	65
3.4.2 Administratieve lasten aanvragers	66
3.4.3 Tevredenheid met uitvoering van SDE+.....	66
4 Beoordeling mogelijkheden tot meenemen externe effecten in de rangschikking	68
4.1 Identificatie van de meest relevante externe effecten van SDE+ projecten	68
4.2 Mogelijkheden om de meest relevante externe effecten mee te nemen in de rangschikking	71
4.3 Bredere overwegingen m.b.t. adresseren externe effecten en conclusies.....	74
5 Appendix: methode en technieken	76
5.1 Enquête	76
5.2 Simulatie rentabiliteit zonder SDE+	83
5.3 Lijst met gesprekspartners.....	85

Managementsamenvatting

Het primaire doel van dit onderzoek is om de doeltreffendheid en doelmatigheid van de SDE+ te evalueren. Een aanvullend doel van het onderzoek is om te inventariseren in hoeverre het mogelijk is om de externe kosten die SDE-projecten met zich meebrengen in de rangschikking van subsidieaanvragen mee te nemen. De evaluatie richt zich op de volledige periode waarin de SDE+ actief is geweest (2011-2020) en is in belangrijke mate gebaseerd op data-analyse met aanvullende inzichten uit interviews en een enquête.

Deze managementsamenvatting is naast een overzicht van de belangrijkste bevindingen tegelijkertijd ook het hoofdstuk waarin we onze overkoepelende conclusies en aandachtspunten presenteren.

Doeltreffendheid van de SDE+

De SDE+ heeft een significante bijdrage geleverd aan het opschalen van hernieuwbare energieproductie in Nederland, maar het is onvoldoende gebleken om het hernieuwbare energiedoel voor 2020 te bereiken. In 2020 werd 20 TWh hernieuwbare energie geproduceerd met ondersteuning van SDE+ subsidie. Hiermee waren de SDE+ projecten (excl. de aparte tenders wind op zee) verantwoordelijk voor 33% van de hernieuwbare energieproductie in Nederland. Ondanks de grote stijging van hernieuwbare energieproductie tussen 2011 en 2020, werd het hernieuwbare energiedoel voor 2020 (14%) niet gehaald. Het aandeel hernieuwbare energie steeg van 4% in 2010 naar 11%¹ in 2020. De hernieuwbare energieproductie ondersteund door de SDE+ zal de komende jaren nog verder doorstijgen naar 50 TWh in 2025.

Mede door de SDE+ is Nederland nu één van de koplopers in Europa wat betreft de snelheid waarmee hernieuwbare elektriciteitsproductie groeit. Onder andere door zon-PV en wind op land steeg de jaarlijkse elektriciteitsproductie vanuit de SDE+ van 1,7 TWh in 2016 naar 11,8 TWh in 2020, gelijk aan 11% van het totale finale elektriciteitsgebruik in Nederland in 2020. In 2015 lag het aandeel in Nederland van zon en wind in de elektriciteitsproductie nog achter op het gemiddelde van de EU, maar mede door de SDE+ stijgt de hernieuwbare elektriciteitsproductie uit zon-PV en wind in Nederland inmiddels harder dan in andere EU-landen.

De opschaling van hernieuwbare warmteproductie is tijdens de SDE+ achtergebleven. Na een relatief groot aandeel warmteprojecten in de eerste openstellingsrondes van de SDE+, heeft er geen verdere groei in ingediende warmteprojecten plaatsgevonden en is het aandeel van warmteprojecten teruggelopen. Het lijkt er dan ook op dat het onder de gestelde subsidievoorwaarden onvoldoende aantrekkelijk was om hernieuwbare warmteprojecten te ontwikkelen. Hiernaast spelen er andere barrières een rol die de voortgang beperken. Hier gaan we verder op in bij een van de aandachtspunten met relevantie voor de SDE++ die we later in deze managementsamenvatting benoemen.

Uitval van projecten tijdens de beschikkingsfase heeft slechts een beperkte impact op de doeltreffendheid van de SDE+. Over de looptijd van de SDE+ zijn 33% van de ingediende aanvragen niet beschikt. Budgetuitputting was voor een groot deel (78%) van de niet-beschikte aanvragen de reden

¹ Deze waarde is inmiddels bijgesteld naar 11,5%, maar was ten tijde van dit onderzoek nog 11,1%.

van afwijzing. De keuze om met beperkte budgetten te werken beschouwen we als een ontwerpkeuze om de doelmatigheid te bevorderen en niet als ongewenste uitval die de doeltreffendheid negatief beïnvloedt. De aanvragen die zijn afgewezen op basis van andere redenen dan budgetuitputting (14% van de niet-beschikte aanvragen) kunnen in principe wel tot verminderde doeltreffendheid leiden, maar in de praktijk blijkt echter dat deze uitval grotendeels om gegronde redenen is gebeurd waardoor er slechts een beperkte impact op de doeltreffendheid is geweest. De resterende 8% van de aanvragen zijn door de indiener ingetrokken voorafgaand aan de beschikking.

Non-realiseren van beschikte projecten is initieel sterk teruggedrongen, maar neemt weer toe door uitval bij dakgebonden zon-PV. Non-realiseren van beschikte projecten heeft ertoe geleid dat in 2020 tot maximaal 13 TWh minder hernieuwbare energie is opgewekt dan onder de SDE+ gesubsidieerd had kunnen worden. Dit vertaalt zich echter niet direct naar verminderde doeltreffendheid omdat er in de budgetbepaling rekening is gehouden met een bepaalde mate van non-realiseren. De realisatiegraad is in de eerste jaren van de regeling sterk toegenomen tot meer dan 90% in 2015, maar vertoont een licht dalende trend vanaf 2015 naar een realisatiegraad van ongeveer 80% in 2017. De dalende realisatiegraad kan grotendeels verklaard worden door een toenemend aandeel dakgebonden zon-PV-projecten, waarbij de gemiddelde realisatiegraad rond de 60% ligt.

Er zijn effectieve maatregelen genomen om onderproductie te verminderen. De resterende onderproductie is deels inherent aan de regeling. In 2020 is door onderproductie in totaal 10 TWh minder hernieuwbare energie opgewekt dan de maximaal subsidiabele productie van de gerealiseerde projecten. Dit vertaalt zich echter niet direct naar verminderde doeltreffendheid omdat er in de budgetbepaling rekening is gehouden met een bepaalde mate van onderproductie. Onderproductie heeft voornamelijk plaatsgevonden bij groen gas-, biomassa- en geothermieprojecten en wordt onder andere veroorzaakt door onvoldoende beschikbaarheid van inputstromen en technische problemen. Daarnaast is er bij deze technieken een afhankelijkheid van warmtebehoefte, waardoor het niet altijd wenselijk is om het maximaal aantal subsidiabele vollasturen te produceren.

Het overgrote deel van SDE+ projecten was additioneel, maar de additionaliteit neemt af. Tot en met 2019 zouden vrijwel alle SDE+ projecten onvoldoende rendabel zijn geweest om onder marktcondities gefinancierd te worden. In 2020 is er voor het eerst een substantieel aandeel projecten waarbij de verwachte rentabiliteit hoger is dan de minimale rendementseisen van marktinvesteerders. Met name voor dakgebonden zon-PV en wind op land projecten zijn de verwachte rendementen zonder SDE+ subsidie in toenemende mate voldoende hoog voor investeerders. Zonder SDE+ subsidie zou echter het risicoprofiel van de projecten zijn toegenomen doordat de afdekking van het prijsrisico wegvalt. Hierdoor zou de minimale rendementseis zijn gestegen en had het overgrote deel van de projecten toch niet onder marktcondities gefinancierd kunnen worden.

Doelmatigheid van de SDE+

De SDE+ is een kosteneffectief instrument in vergelijking met instrumenten van buurlanden, maar binnen een context van minder sterke opschaling van hernieuwbare energieopwekking. De gemiddelde gerealiseerde subsidie-intensiteit van de geproduceerde energie is gedurende de looptijd toegenomen van 24 €/MWh in 2011 naar 43 €/MWh in 2020. Dit is aanzienlijk lager dan de subsidie-intensiteit in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk, maar daar werd wel een substantieel hogere penetratie van wind en zon-PV behaald.

De mogelijkheid om in te dienen in de vrije categorie zorgde voor een deel van de technieken voor een effectieve prikkel om goedkoper in te dienen. De vrije categorie wordt op grote schaal gebruikt en zorgt voor een deel van de technieken voor een effectieve prikkel om voor een lager subsidiebedrag in te dienen. Voor technieken met een relatief laag basisbedrag is er echter vrijwel geen prikkel om voor een lager subsidiebedrag in te dienen, omdat deze projecten vrijwel geen risico hebben om niet beschikt te worden door budgetuitputting. Ondanks grotere budgetten, is de prikkel om in de vrije categorie in te dienen tijdens de looptijd van de SDE+ grotendeels in stand gebleven. Al met al heeft de vrije categorie van 2011 tot en met 2020 tot een besparing van ongeveer €300 miljoen geleid waardoor de kasuitgaven zo'n 10% lager zijn uitgevallen.

Mede als gevolg van sterke kostendalingen lijken met name bij zon-PV de basisbedragen geruime tijd hoger dan nodig geweest te zijn. Vooral de kosten voor zon-PV en wind op land zijn sterk afgenomen in de periode van de SDE+ wat ruimte kan bieden om overwinsten te behalen wanneer de basisbedragen niet tijdig verlaagd worden. Bij andere technieken speelde dit niet of slechts in beperkte mate. De basisbedragen voor wind op land lijken echter doorgaans goed ingeschat te zijn om overwinsten te beperken en voldoende potentieel te ontsluiten. De basisbedragen voor zon-PV lijken veelal relatief hoog ingeschat waardoor er ruimte is ontstaan om overwinsten te maken.² Met name tot en met 2017 lagen de basisbedragen voor zon-PV substantieel hoger dan die in buurlanden en dan geobserveerde kostprijzen.

Opsplitsing van projectcategorieën is belangrijk geweest om overwinsten te beperken en potentieel te ontsluiten. Door projectcategorieën met grote spreiding in productiekosten op te splitsen in meerdere categorieën kunnen overwinsten tegengegaan worden en kan extra potentieel ontsloten worden. Deze aanpak is bij vrijwel alle hoofdtechnieken toegepast waarmee overwinsten (deels) voorkomen zijn en projectpotentieel op minder gunstige locaties ontsloten is. Mede hierdoor is het aantal projectcategorieën binnen de SDE+ toegenomen van minder dan 20 in 2010 tot meer dan 50 in 2020.

Hoewel de verschillende mechanismen in de SDE+ effectief bijdragen aan de aansluiting van de SDE+ bij de subsidiebehoefte blijft er ruimte bestaan voor het maken van overwinsten. Het maken van overwinsten is deels inherent aan een generieke regeling als de SDE+. De interactie tussen verschillende componenten van de SDE+ (de vrije categorie, de gefaseerde openstelling, de basisbedragen en categoriedifferentiatie) dragen aanzienlijk bij aan de aansluiting van de SDE+ bij de subsidiebehoefte. Toch biedt de SDE+ ruimte voor overwinsten, bijvoorbeeld bij technieken met een zeer beperkte prikkel om in de vrije categorie aan te bieden en bij technieken met veel variatie in projectkarakteristieken (binnen één categorie). Overwinsten zijn deels inherent aan een generieke regeling waarbij een groot deel van het potentieel moet worden ontsloten. Met maatwerk zouden overwinsten weliswaar kunnen worden ingeperkt, maar zouden de uitvoeringskosten vele malen hoger zijn waardoor maatwerk waarschijnlijk tot hogere maatschappelijke kosten zou leiden. Ook is het door de informatieasymmetrie tussen overheid en projectontwikkelaar lastig om een voldoende nauwkeurige inschatting van de daadwerkelijke winstgevendheid te maken.

De huidige rangschikkingsmethode is niet optimaal voor de doelmatigheid van de regeling, maar de impact is gering door de marktrespons. De toepassing van het *first-come-first-serve* principe kan tot

² Dit wil niet zeggen dat deze projecten zonder subsidie gerealiseerd hadden kunnen worden en dus niet additioneel zouden zijn.

verminderde doelmatigheid leiden, maar de impact hiervan wordt beperkt doordat de meeste projecten op de eerste dag van de openstelling per fase indienen. Een mogelijk alternatief voor de huidige rangschikkingsmethode is volledige rangschikking van alle projecten op basisbedrag. Dit zou in beperkte mate de doelmatigheid van de regeling kunnen verhogen. Rangschikking op basis van verwachte subsidie-intensiteit had de doelmatigheid van de regeling nog iets verder kunnen verhogen. De opties om de rangschikkingsmethode te veranderen binnen de huidige wetsartikelen zijn beperkt, waardoor voor de meest optimale rangschikkingsmethode³ een wetswijziging nodig lijkt te zijn. In hoeverre de kosten van deze wetswijziging opwegen tegen de baten is niet beoordeeld.

De uitvoerings- en indieningskosten van de regeling staan in een goede verhouding tot de uitgekeerde subsidies. Aanvragers zijn over het algemeen tevreden met de SDE+. De uitvoeringskosten van de SDE+ door RVO, het PBL en partners waren €11,5 miljoen in 2018. De uitvoeringskosten van de totale regeling worden hierdoor geschat op 0,4% van de verwachte totale kasuitgaven, waardoor de uitvoering van de SDE+ zeer doelmatig is in vergelijking met andere regelingen waar uitvoeringskosten 2 tot 5% kunnen betreffen. De administratieve lasten voor aanvragers schatten we in op iets minder dan 1% van de totale verwachte kasuitgaven. Uit de enquête blijkt dat aanvragers de administratieve lasten in verhouding vinden staan of zelfs beperkt vinden ten opzichte van de (mogelijke) baten van de subsidie. Het gemiddelde rapportcijfer dat aanvragers geven aan de gehele SDE+ is een 7,0.

Mogelijkheden tot meenemen van externe effecten in de rangschikking

De noodzaak om externe effecten beter te adresseren in het energiebeleid wordt breed gedragen. Vrijwel alle SDE+ technieken worden gerelateerd aan externe effecten, zoals kosten voor netverzwaring, effecten op het milieu, gezondheid en het landschap. Door deze effecten niet mee te wegen in de subsidiebeschikking stuurt de SDE⁴ suboptimaal met het oog op maatschappelijke kosten en baten. Het meenemen van externe effecten in de SDE zou daarom leiden tot een meer gelijk speelveld met het oog op totale maatschappelijke effecten, ook wanneer niet alle externe effecten meegenomen kunnen worden. Wel zou dit zeer waarschijnlijk tot een vermindering van de doeltreffendheid en doelmatigheid van de regeling in de strikte zin leiden (gemeten in subsidiekosten per kilowattuur hernieuwbare of per vermeden ton CO₂ equivalent). Aan de andere kant kan het de sturing op het gebied van totale maatschappelijke kosten en baten juist verbeteren, mits externe effecten robuust te kwantificeren zijn.

Het adresseren van externe effecten leidt tot extra complexiteit en dient daarom enkel te worden gedaan wanneer deze effecten voldoende materieel zijn. Het adresseren van externe effecten voegt complexiteit toe aan de SDE en de regeling wordt al als vrij complex ervaren. Als externe effecten onvoldoende materieel zijn wegen de kosten van het meenemen van externe effecten niet op tegen de baten. Dit onderzoek verkent enkel kwalitatief de significantie van verschillende externe effecten. Het kwantificeren van de externe effecten per SDE-techniek is een belangrijke vervolgstap om in te schatten in hoeverre deze materieel genoeg zijn en tot een significante impact op de rangschikking kunnen leiden.

³ Het meest optimaal is naar onze inschatting een tussenvorm waarbij gerangschikt wordt op subsidie-intensiteit, maar er nog wel fasebedragen worden toegepast en er nog ruimte is om voor de projecten in de eerste fases extra informatie op te vragen. Dit is daarmee geen volledige tender.

⁴ Wanneer we over de SDE-regeling in het algemeen praten, ongeacht of dit de periode van de SDE+ of SDE++ was, verwijzen we naar de regeling met 'SDE'.

Voor een aantal externe effecten lijkt het technisch haalbaar om deze te adresseren in de rangschikking van de SDE. Voor andere effecten is meer substantiële methodeontwikkeling nodig. De meest haalbare optie om externe effecten in de rangschikking van de SDE mee te nemen is om deze te monetariseren en bij het indieningsbedrag op te tellen of af te trekken. Een voorwaarde om dit te kunnen doen is de beschikbaarheid van een voldoende robuuste methode om de externe effecten te monetariseren. Dit lijkt op dit moment het meest het geval voor energiesysteemkosten van intermitterende bronnen en luchtverontreiniging, hoewel ook daar technische uitwerking nodig is om tot een definitieve methode te komen. Voor andere externe effecten—zoals de gezondheidseffecten van windturbines en biodiversiteits- en landschapseffecten—is monetarisering meer uitdagend en is meer substantiële methodeontwikkeling nodig voordat overwogen kan worden om deze externe effecten mee nemen in de rangschikking van de SDE.

Externe effecten kunnen ook op andere manieren—buiten de (rangschikking van de) SDE—worden geadresseerd. In hoeverre het meenemen in de rangschikking van de SDE de beste manier is, hebben we niet beoordeeld. Er zijn verschillende opties om externe effecten mee te wegen in het energiebeleid. In dit onderzoek is enkel gekeken naar de mogelijkheid om dit te bereiken via de rangschikkingsmethodiek van de SDE. Alternatieve opties—zoals het aanscherpen van projectcriteria binnen de SDE of aanscherping van bredere wet- en regelgeving—zijn niet onderzocht.

Wij adviseren om de volgende vervolgstappen te initiëren om tot een definitief oordeel te komen over de wenselijkheid om externe effecten in de rangschikking van de SDE mee te nemen:

1. Het kwantificeren van de omvang van externe effecten (in €/tCO₂-eq) om vervolgens op basis hiervan te beoordelen of effecten voldoende materieel en kwantificeerbaar zijn om extra complexiteit te rechtvaardigen.
2. Als uit stap 1 blijkt dat externe effecten voldoende materieel zijn dient vervolgens een afweging te worden gemaakt ten opzichte van andere beleidsinstrumenten om externe effecten te adresseren (met inbegrip van robuustheid van methoden voor monetarisering).
3. Als uit stap 2 blijkt dat de rangschikking van de SDE de beste manier is om externe effecten te adresseren dient hiervoor de methode technisch te worden uitgewerkt.

Aandachtspunten met relevantie voor de SDE++

In bovenstaande conclusies wordt grotendeels teruggekeken op de doeltreffendheid en doelmatigheid van de SDE+ tussen 2011 en 2020. Een aantal punten zijn echter nog steeds relevant voor de huidige regeling (de SDE++). De belangrijkste aandachtspunten met relevantie voor de SDE++ benoemen we hier nog specifiek.

1. De SDE is in huidige vorm onvoldoende om de opschaling van hernieuwbare warmteproductie snel genoeg en voldoende te stimuleren. Hierdoor is flankerend beleid noodzakelijk om de warmtetransitie te versnellen. We stellen vast dat er geen opschaling van het aantal warmteprojecten wat indient heeft plaatsgevonden sinds de beginjaren van de SDE+ (2012). Mede hierdoor blijft de verduurzaming van de warmtebehoefte in Nederland achter bij die van de elektriciteitsbehoefte. Hier zijn verschillende oorzaken voor:

1. Warmte is lokaal: Een belangrijke reden waardoor het niet gelukt is om meer warmte projecten te ontsluiten is de sterke afhankelijkheid van een lokale warmtebehoefte. Warmte kan immers niet efficiënt over grote afstand getransporteerd worden zoals elektriciteit.

Hierdoor kunnen warmteprojecten enkel ontwikkeld worden op locaties waar een voldoende grote warmtebehoefte is. Dit soort locaties zijn per definitie al beperkter dan locaties waar elektriciteitsproductie in het net ingevoed kan worden en worden nog verder beperkt doordat er vaak al een huidige warmtevoorziening is die eerst afgeschreven moet worden.

2. Kosten van het warmtenet zitten niet in de SDE: Voor de aansluiting van woonwijken is een warmtenet vereist waarvan de kosten niet in het basisbedrag verrekend zijn en wat een substantiële inspanning vereist die niet eenvoudig door de projectontwikkelaar opgenomen kan worden.
3. Grotere variatie in kosten: Een andere complicatie bij het stimuleren van warmteprojecten is dat het lastig is om de subsidiebehoefte zuiver in te schatten voor een generieke projectcategorie. Er is namelijk grote variëteit in de kosten per techniek, in de referentiesituatie per project (en het bijpassende correctiebedrag) en in de warmtebehoefte (bv. wat betreft het aantal vollasturen wat gemaakt kan worden).
4. Beperkte kostendalingen: Er hebben slechts in beperkte mate kostendalingen in warmtetechnieken plaatsgevonden, waardoor er bij gelijkblijvende basisbedragen niet automatisch meer potentieel ontsloten wordt door technologische ontwikkeling. De meest gunstige projecten zijn als eerste gerealiseerd en door de beperkte kostendaling in de technieken is de aanwas van nieuwe projecten beperkt.
5. Risico op overwinsten bij verhogen basisbedragen: Het is risicovol gebleken om basisbedragen simpelweg te verhogen om extra potentieel te ontsluiten omdat dit een spiraal van oplopende marktprijzen kan genereren die op bepaalde plaatsen in de keten tot hogere winsten leiden, maar niet noodzakelijkerwijs meer potentieel ontsluiten en oudere installaties met een lager basisbedrag in de financiële problemen kan brengen (in het geval van biomassa categorieën).

Het lijkt daarom niet realistisch om ervan uit te gaan dat de SDE++ de warmtetransitie in voldoende mate aan zal jagen waarmee dan ook een noodzaak voor flankerend beleid ontstaat. Onderdeel hiervan kan een grotere rol voor de overheid zijn in het aanleggen van warmtenetten en initiatieven om de risico's van warmteprojecten te mitigeren (bv. additioneel bodemonderzoek om bodemgeschiktheid voor geothermie beter in kaart te brengen).

2. De schaal waarop non-realiseren bij zon-PV op dak plaatsvindt is ongewenst. Zoals eerder benoemd is de realisatiegraad van SDE-projecten tot 2015 toegenomen, maar is er daarna een dalende trend ingezet die grotendeels veroorzaakt wordt door de lage realisatiegraad van zon op dak projecten en een toenemend aandeel van deze projecten in de beschikkingen. Hoewel de impact hiervan op doeltreffendheid in ieder geval deels gemitigeerd wordt door de budgetten naar boven bij te stellen, lijkt het toch ongewenst om zulke grote volumes non-realiseren te hebben. Hierdoor kan namelijk wel het beeld ontstaan dat deze projecten andere projecten uit de regeling drukken, maar niet gerealiseerd worden en ontstaat grotere onzekerheid over de kans op beschikking. Hiernaast zorgt dit ook voor extra uitvoeringskosten bij RVO die niet bijdragen aan de uiteindelijke opschaling van hernieuwbare energie. Daarom lijkt het gepast om de mogelijkheden om deze non-realiseren terug te dringen grondiger te verkennen om met name de non-realiseren als gevolg van strategisch gedrag in te dammen, in zoverre mogelijk zonder (te) significante neveneffecten op andere indieners. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een boeteclausule bij non-realiseren bij bepaalde technieken.

3. De SDE heeft een significante impact op de financieringskosten door afdekking van het prijsrisico. Zoals toegelicht in sectie 2.3 kunnen de gewogen gemiddelde kapitaalkosten zonder

risicodekking door de SDE 2% punten hoger uitvallen als gevolg van een grotere blootstelling aan de impact van fluctuerende marktprijzen. Hierdoor heeft de SDE ook bij technieken zonder onrendabele top (volgens de PBL-berekening) nog een significante impact op de financierbaarheid van het project en kan er effectief opnieuw een onrendabele top ontstaan wanneer de SDE voor bepaalde technieken niet meer beschikbaar zou zijn. Om deze positieve bijdrage van de SDE te behouden zonder overwinsten in de hand te werken, kan overwogen worden om technieken met een laag basisbedrag wél in de SDE te houden, maar om deze te verplichten om bij hoge energieprijzen een deel van hun marktinkomsten aan de overheid te betalen. Dit zou dan effectief een *2-sided contract for difference* opleveren of een vorm die hierop lijkt.

4. Kortingen voor relatief goedkope technieken worden onvoldoende gestimuleerd. Dit is met name goed te zien aan het zeer lage aandeel wind en geothermie projecten die in de vrije categorie aanbieden (zie sectie 0). Omdat deze technieken een basisbedrag hebben dat voldoende laag is om in de eerste fase van een openstellingsronde in te dienen, is er vrijwel geen risico op afwijzing door budgetuitputting en daarmee geen stimulans om voor een lager subsidiebedrag in te dienen. Tegelijkertijd is er ook bij deze technieken variatie in projectkosten en opbrengsten waardoor de meest gunstige projecten substantiële overwinsten kunnen behalen (zie sectie 3.2.4). Dit kan deels aangepakt worden door verdere differentiatie van projectcategorieën door te voeren en zo de heterogeniteit per categorie te beperken. Een andere mogelijke manier om dit aan te pakken is door aparte, techniek-specifieke tenders te organiseren zoals bij wind op zee gedaan wordt.

5. De waarde van intermitterende elektriciteitsproductie wordt minder vanzelfsprekend. Als gevolg van de steeds grotere penetratie van zon-PV en wind in de elektriciteitsmix, ontstaan er steeds vaker periodes waarop de opwekking de vraag overtreft. Omdat zon-PV en wind niet stuurbaar zijn, ontstaat er dan productie die nog wel gesubsidieerd wordt, maar geen waarde meer heeft op de markt en geen CO₂ besparing oplevert. Hiernaast kan deze overtollige productie nog extra kosten voor netbeheerders opleveren om het net in balans te houden (zie sectie 4.1). Als gevolg hiervan wordt het steeds noodzakelijker om kritisch te kijken hoe en wanneer deze intermitterende elektriciteitsproductie gestimuleerd zou moeten worden en hoe de externe effecten gemitigeerd kunnen worden. Mogelijke denkrichtingen zijn om uitgestelde levering te stimuleren (bv. met behulp van batterijen)⁵, subsidiebedragen bij overproductie te beperken of af te schaffen, piekproductie af te toppen (bv. door een kleinere aansluiting te gebruiken) en zelfconsumptie beter te stimuleren.

⁵ Hoewel een recente inventarisatie van PBL erop wijst dat dit lastig uitvoerbaar is. PBL (2021) - [Eindadvies basisbedragen SDE++ 2021](#) (bijlage F).

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel van het onderzoek

De directe aanleiding van dit onderzoek is de verplichting om de SDE+ elke vijf jaar te evalueren. Deze verplichting vloeit voort uit zowel de Algemene wet bestuursrecht als uit het Besluit stimulering duurzame energieproductie. Na de eerste evaluatie in 2016 is het nu tijd voor de tweede evaluatie.

Het primaire doel van het onderzoek is om de doeltreffendheid en doelmatigheid van de SDE+ te evalueren. Het startpunt hierbij is de algemene doelstelling van de SDE+: *De productie van hernieuwbare energie op een zo kostenefficiënte manier te stimuleren.* De hoofdvraag bij de beoordeling van de doeltreffendheid is dan ook in hoeverre hernieuwbare energieproductie is toegenomen dankzij de SDE+ en dus effectief gestimuleerd is. De hoofdvraag bij doelmatigheid is of de geproduceerde hernieuwbare energie tegen een zo laag mogelijk subsidiebedrag geproduceerd wordt. Bij de beantwoording van deze twee vragen zijn we telkens ook op zoek naar verbetermogelijkheden die de doeltreffendheid en doelmatigheid kunnen bevorderen, met name wanneer deze nog steeds relevant zijn binnen de opvolger van de SDE+ (de SDE++).

Een aanvullend doel van het onderzoek is om te inventariseren in hoeverre het mogelijk is om de externe kosten die SDE-projecten met zich meebrengen in de rangschikking van subsidieaanvragen mee te nemen. Hierdoor kan mogelijk een optimalere toewijzing van subsidies ontstaan kijkend naar bredere maatschappelijke belangen dan enkel de economische efficiëntie van de bestede middelen. Deze vraag richt zich uitsluitend op toekomstige openstellingsrondes binnen de SDE⁶ en moet gezien worden als een verkenning van de mogelijkheden tot het internaliseren van externe kosten in de rangschikking.

1.2 Doel en ontwerp van de SDE+

De SDE+ stimuleert hernieuwbare energieproductie door de onrendabele top van hernieuwbare energieprojecten te vergoeden. Door deze vergoeding wordt het rendement van investeringen in hernieuwbare energie voldoende aantrekkelijk voor marktpartijen om te investeren. De SDE+ richt zich uitsluitend op projecten op bedrijfsmatige schaal. Belangrijke principes zijn dat de regeling techniekneutraal is en dat er concurrentie tussen projecten wordt gestimuleerd om de doelmatigheid te bevorderen. Innovatie is geen expliciet doel van de SDE+ alhoewel de regeling wel bijdraagt aan de opschaling van marktrijpe innovaties.

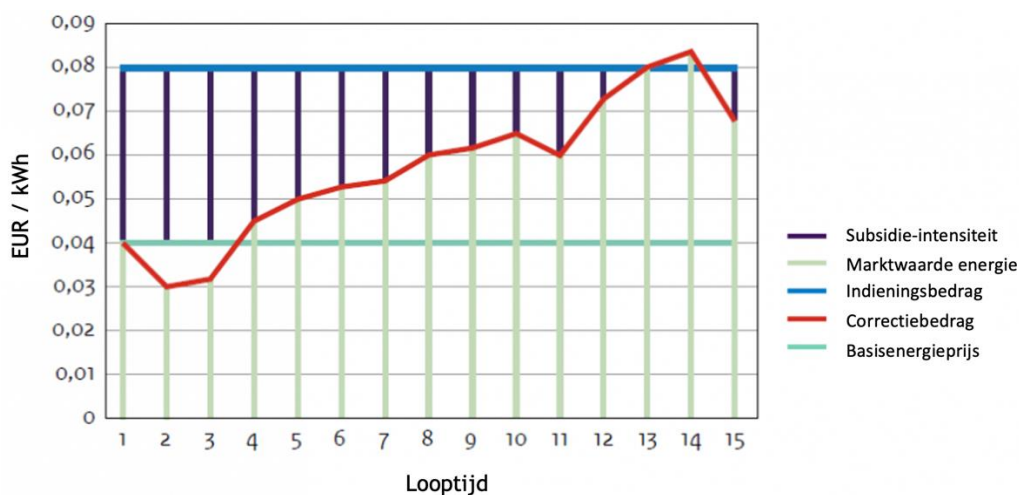
De SDE+ is in 2011 geïntroduceerd en ondersteunt de uitrol van een groeiend aantal hernieuwbare energietechnieken. Bij de introductie waren er 6 hoofdcategorieën: wind op land, vergisting van biomassa, verbranding en vergassing van biomassa, afvalverbrandingsinstallaties, energie uit water en zon-PV. De hoofdcategorie geothermie is in 2012 toegevoegd. Verder zijn er in de loop der jaren veel (sub-)categorieën toegevoegd, waaronder zon warmte (2012), wind op zee (2012) en biomassa bij- en meestook (2015). Er zijn ook (sub-)categorieën vervallen zoals wind op zee (2015 - in aparte tender ondergebracht en valt buiten de focus van deze evaluatie), afvalverbranding (2016) en biomassa bij- en meestook (2018).

⁶ Wanneer we over de SDE-regeling in het algemeen praten, ongeacht of dit de periode van de SDE+ of SDE++ was, verwijzen we naar de regeling met 'SDE'.

Voor een goed begrip van de regeling en de evaluatie van de doeltreffendheid en doelmatigheid zijn een aantal begrippen essentieel, waaronder het basisbedrag, correctiebedrag en de basisenergieprijs. Voor elke techniek wordt jaarlijks een basisbedrag bepaald, hetgeen de kostprijs van die techniek representeert verdeeld over de totale productie gedurende de looptijd van de subsidie. In het basisbedrag is ook een minimaal projectrendement voor investeerders meegenomen. Bij de bepaling van de basisbedragen wordt één basisbedrag vastgesteld voor de gehele techniek waarbij het uitgangspunt is dat de meerderheid (ca. 80%) van de potentiële projecten met dit bedrag voldoende rendabel zou moeten zijn. Gedurende de openstellingsronde kunnen de projecten inschrijven voor een indieningsbedrag dat op het basisbedrag van de betreffende techniek ligt of daaronder.

De opbrengsten van SDE-projecten door energieverkoop op de markt⁷ in combinatie met de subsidie moeten het kostenniveau van het basisbedrag evenaren. De marktwaarde van energie wordt jaarlijks per energiedrager vastgesteld en wordt het correctiebedrag genoemd. Het verschil tussen het basisbedrag en het correctiebedrag, noemen we de subsidie-intensiteit (zie Figuur 1-1). De subsidie-intensiteit is gemaximaliseerd o.b.v. het verschil tussen het basisbedrag en de basisenergieprijs. Wanneer het correctiebedrag onder de basisenergieprijs komt wordt slechts het verschil tussen het basisbedrag en de basisenergieprijs uitgekeerd (de maximale subsidie-intensiteit), de rest van het prijsrisico ligt bij de projecteigenaar. De basisenergieprijzen worden voor elke SDE-ronde vastgesteld en worden berekend als twee derde van de verwachte lange termijn energieprijzen. De verwachte subsidie-intensiteit gedurende een project bedraagt het verschil tussen het basisbedrag en de lange termijn energieprijzen. Ten slotte is er dan nog de gerealiseerde subsidie-intensiteit, namelijk het daadwerkelijke verschil tussen het basisbedrag en het correctiebedrag gedurende looptijd van de subsidie.

Figuur 1-1 Illustratie van belangrijke begrippen binnen de SDE+.



Bron: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2021) - Offerteaanvraag evaluatie SDE+

De SDE+ is in 2020 opgevolgd door de SDE++ regeling die veel gelijkenissen met het ontwerp van de SDE+ vertoont. De belangrijkste wijziging is dat de SDE++ regeling ook andere broeikasgasemissie-reducerende technieken ondersteunt dan enkel hernieuwbare energieproductie. Hoewel de verbreding van de technieken een aantal wijzigingen in het ontwerp vereiste, zijn veel principes en ontwerpkeuzes van de SDE+ behouden gebleven. Hierdoor kunnen lessen uit de evaluatie van de SDE+ nog in grote mate

⁷ Dit kunnen ook vermeden kosten voor energie-inkoop betreffen.

relevant zijn voor de SDE++ regeling. De laatste openstellingsronde van de SDE+ was in het voorjaar van 2020. In het najaar van 2020 was de eerste openstellingsronde van de SDE++.

1.3 Onderzoeksmethode en opbouw van het rapport

De evaluatie is in belangrijke mate gebaseerd op data-analyse met aanvullende inzichten uit interviews en een enquête. Aangezien de SDE+ inmiddels geruime tijd bestaat en er voor de uitkering van de subsidies gemonitord moet worden welke projecten gerealiseerd zijn en hoeveel energie geproduceerd wordt, bestaat er bij RVO inmiddels een rijke dataset met gegevens over de ingediende en gerealiseerde projecten. Hiernaast worden de geraamde productiekosten per techniek ieder jaar geactualiseerd door PBL bij de bepaling van de basisbedragen. De bij RVO en PBL beschikbare datasets waren dan ook de basis voor deze evaluatie. Daarnaast hebben we de belangrijkste belanghebbenden geïnterviewd en een enquête onder indieners afgenomen om meer kwalitatieve inzichten te verzamelen om de geobserveerde ontwikkelingen te verklaren en verbetermogelijkheden te identificeren.

Het rapport is opgebouwd volgens de volgende structuur:

- **Hoofdstuk 2: Evaluatie doeltreffendheid.** In dit hoofdstuk evalueren we de doeltreffendheid van de regeling. Hierbij behandelen we eerst de doeltreffendheid in het algemeen door de met behulp van de SDE+ gerealiseerde hernieuwbare energieproductie te analyseren. Daarna gaan we in op een tweetal specifieke thema's met relevantie voor de doeltreffendheid: uitval van projecten en additionaliteit van de projecten.
- **Hoofdstuk 3: Evaluatie doelmatigheid.** In dit hoofdstuk evalueren we de doelmatigheid van de regeling. Hierbij evalueren we eerst de kosten voor de gerealiseerde hernieuwbare energieproductie in het algemeen. Daarna beoordelen we een drietal specifieke thema's met relevantie voor doelmatigheid: de aansluiting tussen subsidie en subsidiebehoefte, de rangschikkingsmethode en de uitvoeringskosten en administratieve lasten.
- **Hoofdstuk 4: Beoordeling mogelijkheden tot meenemen externe effecten in rangschikking.** In dit hoofdstuk identificeren we de belangrijkste externe kosten en baten van hernieuwbare energietechnieken en verkennen de mogelijkheden om deze effecten mee te laten wegen in de rangschikking van projecten en daarmee de toekenning van subsidies.

Hiernaast is een appendix opgenomen met toelichting op de gebruikte methodes.

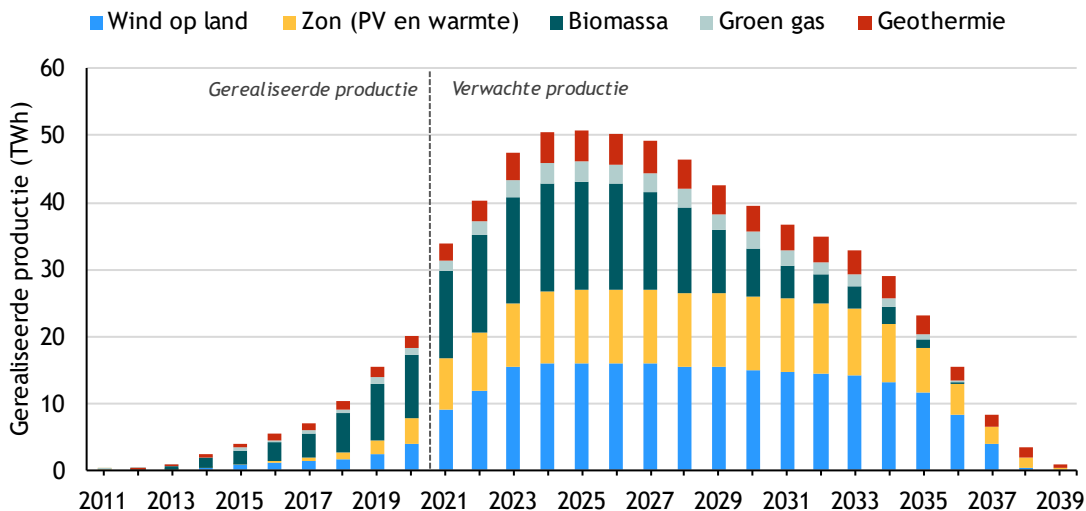
2 Evaluatie doeltreffendheid

Bij de evaluatie van de doeltreffendheid van de SDE+ beoordelen we in hoeverre de regeling de uitrol van hernieuwbare energie heeft gestimuleerd. Hierbij kijken we naar de groei in hernieuwbare energieproductie die met behulp van de regeling tot stand is gekomen en in hoeverre deze groei heeft bijgedragen aan het realiseren van de hernieuwbare energiedoelstellingen van Nederland. Verder evalueren we in hoeverre uitval van projecten in het proces van indiening tot realisatie en productie tot verminderde doeltreffendheid heeft geleid. Tot slot beoordelen we in hoeverre de met SDE+ steun gerealiseerde hernieuwbare energieproductie anders niet tot stand was gekomen en dus als additioneel aangemerkt mag worden.

2.1 Gerealiseerde hernieuwbare energieproductie

In 2020 werd 20 TWh aan hernieuwbare energie geproduceerd met ondersteuning van SDE+ subsidie (zie Figuur 2-1). Dit is gelijk aan 4,1% van het totale Nederlandse energiegebruik in 2020 (exclusief niet-energetisch gebruik).⁸ Hoewel de SDE+ sinds 2020 is vervangen door de SDE++, moeten er nog wel een substantieel aantal projecten gerealiseerd worden die al een SDE+ subsidie beschikt hebben gekregen. Hierdoor zal de jaarlijkse energieproductie ondersteund door de SDE+ in volgende jaren nog significant toenemen. Rekening houdend met de realisatiegraad van projecten in afgelopen jaren en onderproductie, is de schatting dat de jaarlijkse door SDE+ ondersteunde productie met nog ongeveer 30 TWh groeit tot een productie van ongeveer 50 TWh in 2025 en daarna weer af zal nemen doordat projecten het einde van de subsidietermijn bereiken.⁹ Over de gehele looptijd van de regeling is de verwachting dat er ongeveer 700 TWh aan hernieuwbare energie geproduceerd zal worden, waarvan er t/m 2020 64 TWh is geproduceerd (9% van het verwachte totaal).

Figuur 2-1 Jaarlijkse productie ondersteund door de SDE+ van hernieuwbare energie per techniek.



Bron: RVO (2021) SDE+ database (niet publiek) en interne berekeningen van RVO/EZK waarin rekening wordt gehouden met non-realisatie en onderproductie.

Nb: Zon PV en zon warmte zijn in dit figuur samengevoegd, maar productie van zon warmte is ongeveer 0,5% van productie zon-PV. Vergisting van biomassa en valorisatie via een WKK of ketel valt in dit hele evaluatierapport in de categorie biomassa. Groen gas is een aparte categorie. Wind op zee is geen onderdeel van deze evaluatie. Productie van waterkracht is te verwaarlozen en niet te zien in het figuur.

⁸ CBS (2021). [Energiebalans; aanbod, omzetting, gebruik](#).

⁹ Schatting van EZK/RVO op basis van historische non-realisatie en onderproductiecijfers.

SDE+ projecten zijn in 2020 verantwoordelijk voor 33% van de hernieuwbare energieproductie in Nederland. Dit aandeel zal in de komende jaren nog significant verder stijgen als SDE+ projecten die in recente jaren beschikt zijn ook operationeel worden. Indien we enkel kijken naar de groei vanaf 2011, dan zijn SDE+ projecten verantwoordelijk voor 65% van de groei van de hernieuwbare energieproductie in Nederland tussen 2011 en 2020 (zie Figuur 2-2). Specifiek voor de groei van hernieuwbare elektriciteit en warmte in Nederland was het aandeel van de groei respectievelijk 62% en 61%.¹⁰

De andere hernieuwbare energieproductie in Nederland wordt of werd onder meer ondersteund door voorgangers van de SDE+ (SDE en MEP) en door de specifieke tenders voor wind op zee. In Figuur 2-2 is te zien dat de steunperiode van alle MEP-projecten verstreken is sinds 2017, terwijl een groot deel van de SDE-projecten nog operationeel waren in 2020. Via de SDE werd vooral veel wind op land ondersteund. Gezamenlijk geven de SDE, SDE+ en tenders wind op zee steun aan 46% van de 61 TWh hernieuwbare energieproductie in Nederland in 2020 (inclusief vervoersbrandstoffen).¹¹

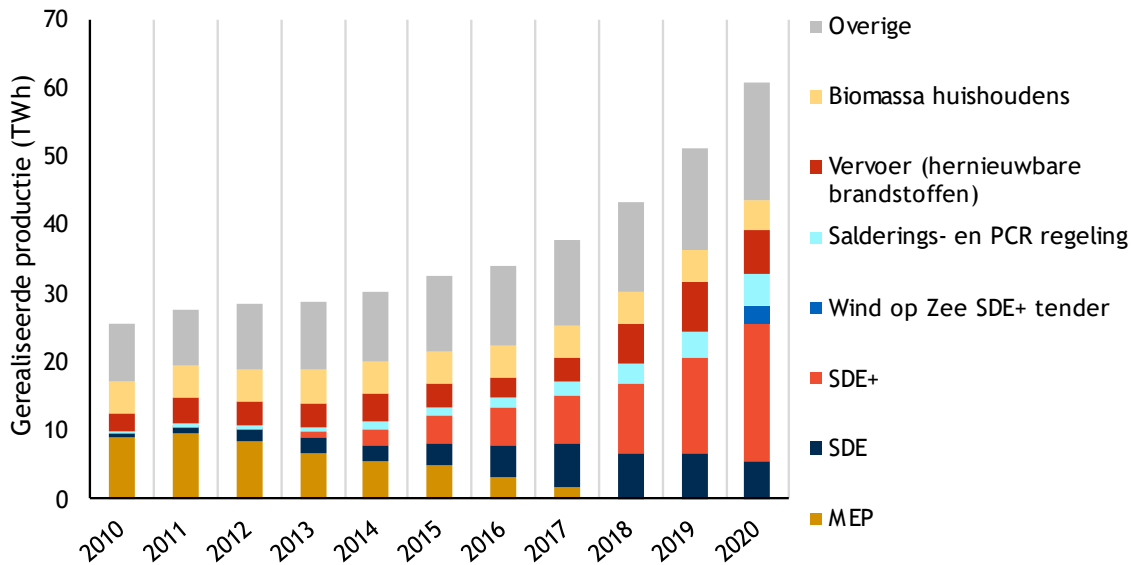
De overige hernieuwbare energieproductie wordt (gedeeltelijk) ook gesteund door andere regelingen, waaronder de salderingsregeling voor zon-PV bij huishoudens en het MKB, de postcoderoosregeling (in april 2021 vervangen door de Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking (SCE)), de Investeringssubsidie Duurzame energie en Energiebesparing (ISDE) en de Energie-investeringsaftrek (EIA). Het gebruik van hernieuwbare transportbrandstoffen wordt gestimuleerd door de bijmengverplichting. Ook bevat de overige hernieuwbare energieproductie projecten (waaronder veel wind op land projecten) die in het verleden steun hebben gekregen via onder meer de SDE en MEP, maar waarvan de steunperiode inmiddels is verstreken. Een ander deel van de overige productie ontvangt geen overheidssteun. Zo is er 4,5 TWh in 2020 aan biomassagebruik bij huishoudens (voornamelijk houtstook in kachels) en 4,6 TWh opwek van elektriciteit en warmte door verbranding van organisch afval in afvalverbrandingsinstallaties (AVI's).¹²

¹⁰ Bij deze berekening laten we hernieuwbaar/groen gas buiten beschouwen

¹¹ CBS (2021). [Hernieuwbare energie; verbruik naar energiebron, techniek en toepassing](#)

¹² CBS (2021). [Steeds meer hernieuwbare energie uit biomassa.](#)

Figuur 2-2 hernieuwbare energieproductie in Nederland verdeeld over de belangrijkste subsidieregelingen (SDE+, SDE, MEP, Salderings- en postcoderoosregeling, tender wind op zee, bijmengverplichting/vervoer). De categorie 'biomassa huishoudens' ontvangt geen subsidie en een groot gedeelte van 'overige' ook niet.



Bron: RVO (2021). Producties en uitgaven MEP, SDE en SDE+ (voor 2020 werkelijke productie op basis van interne SDE+ Database van RVO); CBS (2021). [Hernieuwbare energie](#).

NB: De productie van de salderingsregeling zon-PV is geschat door de totale zon-PV-productie volgens het CBS te verminderen met productie gesteund door SDE+. Deze aanname lijkt gegrond aangezien er onder de SDE en MEP geen tot nauwelijks zon-PV is ondersteund. Aanvullende info van het CBS over geïnstalleerd vermogen ondersteund het beeld dat ongeveer de helft van het vermogen van zon-PV bij huishoudens (en dus voornamelijk bij de salderingsregeling) lag; zie CBS (2021) [vermogen zonnestroom huishoudens](#). De overgebleven "overige" productie betreft het verschil tussen de gespecificeerde categorieën en de totale hernieuwbare energieproductie volgens het CBS (voetnoot 7). Dit bevat o.a. de productie van projecten waarvan de subsidietermijn is verstreken en een gedeelte productie van AVI's die geen steun (meer) krijgen via de MEP, SDE en SDE+ krijgen. Wind op zee binnen de SDE+ wordt apart weergegeven omdat dit binnen een specifieke tenderregeling viel.

Ondanks de grote stijging van de hernieuwbare energieproductie tussen 2011 en 2020, werden de Nederlandse doelen voor hernieuwbare energie in 2020 niet gehaald.

De Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie (RED I) stelde dat in 2020 het aandeel hernieuwbare energie in het energiegebruik 14% moest zijn in Nederland. Met de productie van 61 TWh (zie Figuur 2-2) aan hernieuwbare energie in Nederland werd in 2020 een aandeel van 11,1% bereikt en werd het doel dus niet behaald.¹³ Hierbij moet aangegeven worden dat het geen expliciet doel was van de SDE+ om dit doel te halen en dat er, zoals hierboven aangegeven, verschillende andere instrumenten een rol speelden in het (niet) halen van het hernieuwbare energiedoel.

Het gevolg was dat Nederland gebruik moest maken van een statistische overdracht van hernieuwbare energie, waarmee tegen een vergoeding het tekort ten opzichte van de doelstelling door Denemarken ingevuld werd.¹⁴ Voor 2030 streeft Nederland binnen de herziene Richtlijn Hernieuwbare Energie uit 2016 (RED II) naar een aandeel van 27%.¹⁵ Dit doel moet mogelijk verhoogd worden naar rond de 36% in het kader van het 'fit for 55' pakket van de Europese Commissie (zie Figuur 2-3).¹⁶

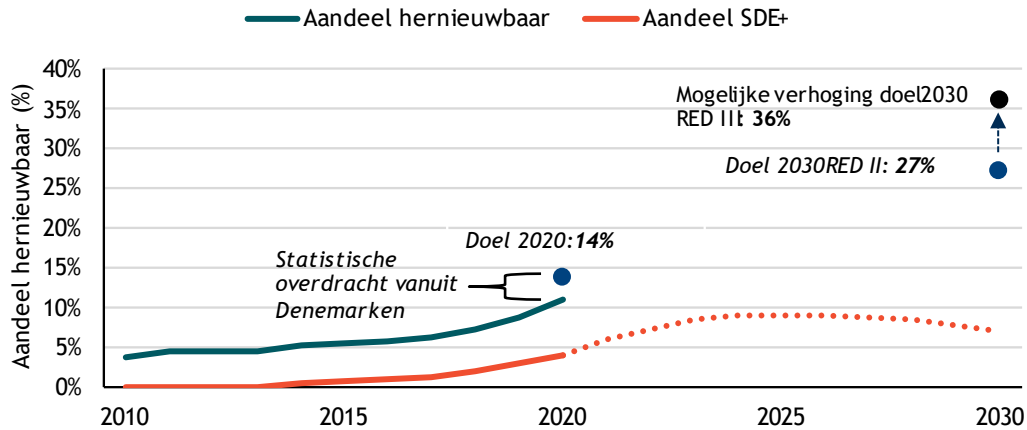
¹³ Het doel van de SDE+ is enkel de hernieuwbare energieproductie verhogen, terwijl de Europese doelstelling over het aandeel hernieuwbare energie gaat. Ook een vermindering van de totale energieconsumptie kan dus bijdragen aan een verhoging van het aandeel hernieuwbaar. De lichte daling van de energieconsumptie (bruto energetisch eindverbruik) heeft positief bijdragen aan het aandeel hernieuwbaar. Indien de consumptie in 2020 nog gelijk zou zijn aan 2010, had het aandeel hernieuwbaar 2 procentpunt lager gelegen (9.1%).

¹⁴ [Kamerbrief energiesamenwerking met Denemarken en statistische overdracht](#).

¹⁵ Rijksoverheid (2020). [Klimaatplan 2021-2030](#).

¹⁶ PBL (2021). [Nederland Fit for 55](#).

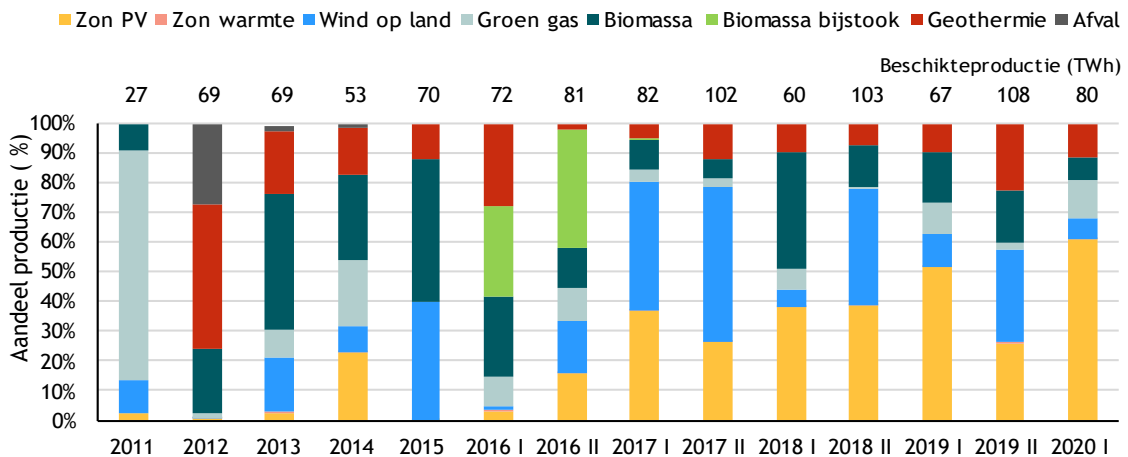
Figuur 2-3 Doelstellingen voor hernieuwbare energie in Nederland op basis van de Europese Richtlijn Hernieuwbare Energie en de bijdrage die de SDE+ hieraan levert (exclusief SDE++).



Bron: CBS (2021). *Hernieuwbare energie*; RVO (2021). *SDE+ database* (niet publiek); RVO (2021). *Producties en uitgaven MEP, SDE en SDE+*. Voor schatting aandeel SDE+ na 2020: o.b.v. interne berekeningen van RVO/EZK. Nb: Voor de schatting van het aandeel SDE+ richting 2030 is aangenomen dat de nationale energieconsumptie gelijk blijft. Het is echter aannemelijk dat deze in werkelijkheid verder zal dalen waardoor het aandeel SDE+ groter zal zijn.

Het aandeel van de verschillende technieken per aanvraagronde fluctueert. In de laatste 4 jaar is de meeste productie beschikt voor zon-PV en wind op land, terwijl in de eerste jaren het aandeel biomassa, groen gas en geothermie groter was. Zo is het aandeel biomassaprojecten in de beschikte productie (inclusief bij- en meestook) afgenomen van 41% tussen 2011-2016 naar 15% tussen 2017-2020 en groen gas van 13% naar 5% in dezelfde periode (zie Figuur 2-4). Het aandeel geothermie in de beschikte productie is gedaald van 20% tussen 2011-2016 naar 11% in 2017-2020; de beschikte productie was 86 TWh in de periode 2011-2016 en 65 TWh in de periode 2017-2020. Daarentegen is het aandeel zon-PV-projecten significant gestegen van 7% naar 38% en wind op land van 14% naar 30%. Ook zijn er enkele aanvraagrondes waarin bepaalde technieken een groot deel van het budget beschikt krijgen. Zo ging in beide aanvraagrondes in 2016 een groot deel van het budget naar enkele grote bij- en meestook projecten van biomassa in kolencentrales. Verder is het goed te benadrukken dat dit gaat om de beschikte productie en er nog een gedeelte van deze projecten afvalt in de realisatiefase en/of minder zal produceren dan verwacht in de productiefase. De mate waarin dit gebeurt verschilt per techniek (zie sectie 2.2 voor verdere details).

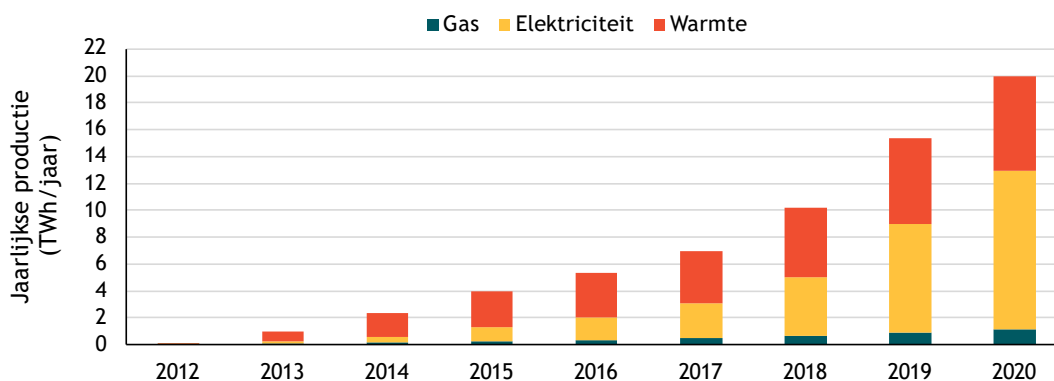
Figuur 2-4 Aandeel beschikte productie per techniek en beschikte productie per aanvraagronde. De categorie biomassa bijstook betreft de bij- en meestook van biomassa in kolencentrales.



Bron: RVO (2021). *SDE+ database* (niet publiek). NB: De beschikte productie gaat over de totale productie over de hele looptijd van de subsidie (12 of 15 jaar) indien een project de volledige maximale subsidiabele productie haalt.

In de laatste jaren heeft de SDE+ voornamelijk voor een sterke stijging van de productie van hernieuwbare elektriciteit gezorgd. Onderliggend aan deze trend is de stijging van de elektriciteitsproductie door wind op land en vooral zon-PV-projecten die gerealiseerd zijn in recente jaren (zie Figuur 2-5). Mede door zon-PV en wind op land steeg de jaarlijkse elektriciteitsproductie vanuit de SDE+ van 1,7 TWh in 2016 naar 11,8 TWh in 2020, gelijk aan 11% van het totale finale elektriciteitsgebruik in Nederland in 2020. Ook de start van bij- en meestook van biomassa in enkele kolencentrales droeg bij aan de groei van de elektriciteitsproductie (2,3 TWh productie in 2020). Voor warmte speelt biomassa ook een grote rol, via projecten die enkel warmte leveren of zowel warmte als elektriciteit produceren middels een WKK. De jaarlijkse productie van warmte ondersteund door de SDE+ neemt ook gestaag toe, hoewel het aandeel van warmte in de totale SDE+ productie afneemt (zie Figuur 2-5). In 2019 leverden de SDE+ projecten 2,3% van het totale finale warmtegebruik in Nederland.¹⁷ Ten slotte wordt productie van hernieuwbaar gas binnen de SDE+ gerealiseerd door groen gas projecten waarbij biomassa vergist wordt. In 2020 was de productie 1,13 TWh. Hoewel dit een forse stijging is ten opzichte van de 0,35 TWh in 2016, is het aandeel gas relatief beperkt ten opzichte van de totale hernieuwbare energieproductie.

Figuur 2-5 Jaarlijkse productie ondersteund door de SDE+ van hernieuwbare energie per energiedrager.¹⁸



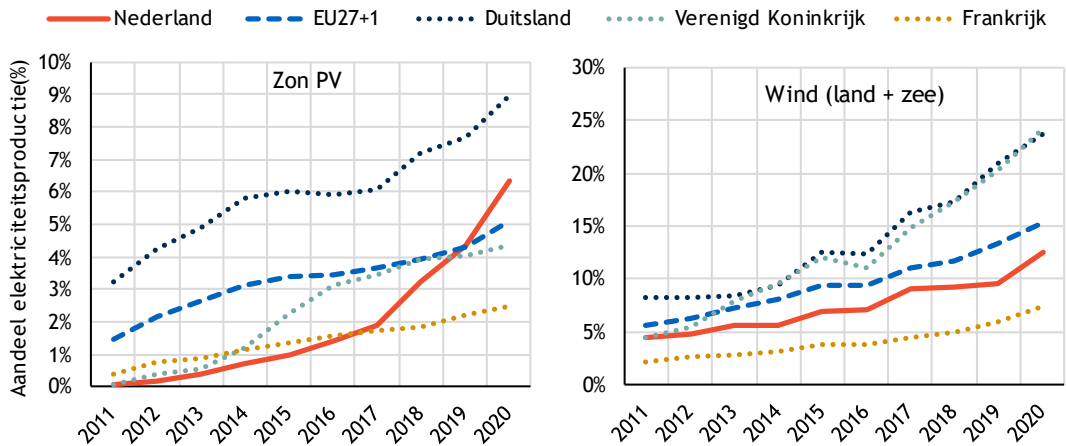
Bron: RVO (2021) SDE+ database (niet publiek)

Mede door de SDE+ stijgt de hernieuwbare elektriciteitsproductie uit zon-PV en wind in Nederland harder dan in andere EU-landen. In 2015 lag het aandeel in Nederland van zon en wind in de elektriciteitsproductie nog achter op het gemiddelde van de EU27+1. In Figuur 2-6 is te zien dat Nederland voor zon-PV een duidelijk inhaalslag heeft gemaakt tussen 2015 en 2020. Voor wind (zowel op zee als op land) is deze trend minder duidelijk en ligt Nederland nog steeds achter op het gemiddelde in de EU27+1, echter wordt het verschil met het gemiddelde wel kleiner. Vooral in het afgelopen jaar (2020) is de productie van elektriciteit uit zon en wind significant gestegen: een groei van 40% ten opzichte van 2019, vooral door de harde stijging van de productie uit zon. Dit is de grootste jaarlijkse groei in de afgelopen 10 jaar. De SDE+ ondersteunde een deel van deze groei: 3,7 TWh aan elektriciteitsproductie door zon-PV werd gesteund door de SDE+ in 2020, ten opzichte van 8,1 TWh totale zonneproduktie in Nederland. Daarnaast droeg biomassa (inclusief biogas en groen gas) bij aan de groei van de hernieuwbare elektriciteitsproductie in Nederland. Het aandeel hiervan is vergelijkbaar met het gemiddelde van de EU (6,3% in Nederland, 6,2% in EU27+1).

¹⁷ CBS (2020). Warmtemonitor 2019.

¹⁸ De warmte en elektriciteitsproductie van WKK's is bepaald op basis van de schatting van de warmtekrachtverhouding gebruikt door het PBL voor bepaling van het basisbedrag.

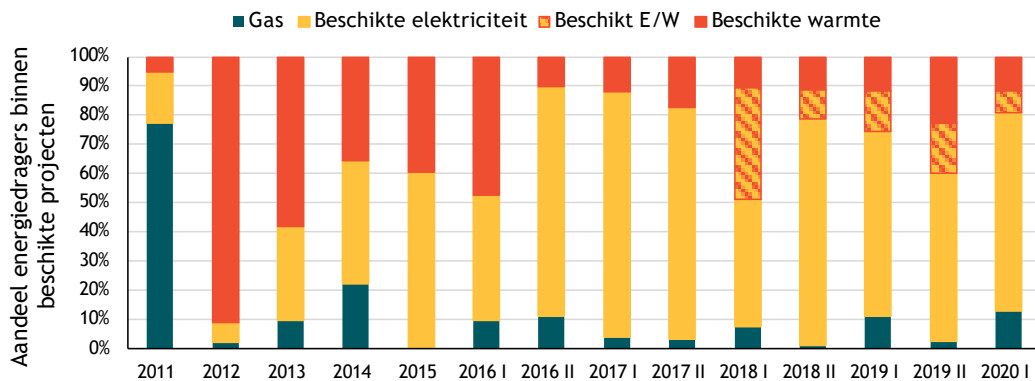
Figuur 2-6 Aandeel van zon en wind in de elektriciteitsproductie in de periode 2011-2020 in Nederland, Duitsland, Frankrijk, het Verenigd Koninkrijk en het gemiddelde van de EU27 plus het VK.

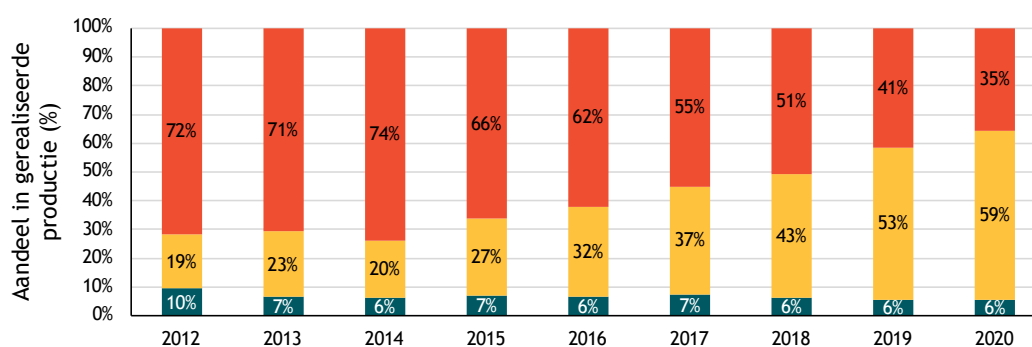


Bron: Ember & Agora Energiewende (2021). *EU's power Sector in 2020*, o.b.v. data van o.a. Eurostat en ENTSO-E.

Ondanks een groot aandeel warmteprojecten in de eerste rondes, is het bij hernieuwbare warmte niet gelukt om een vergelijkbare groei te creëren als bij elektriciteitsprojecten. In de eerste paar jaar van de SDE+ maakten warmteprojecten een substantieel deel van de beschikte projecten uit. In 2012 waren de beschikte projecten zelfs nagenoeg uitsluitend warmteprojecten. Echter, vanaf de tweede openstellingsronde van 2016 is het aandeel van warmteprojecten aanzienlijk afgenomen, zoals terug te zien is in het aandeel van warmte in de maximaal subsidieerbare productie van beschikte projecten (Figuur 2-7). Hetzelfde is terug te zien in de gerealiseerde productie per energiedrager, waar in de eerste paar jaren het aandeel van warmte in de totale hernieuwbare energieproductie rond de 70% lag, maar dit geleidelijk is gedaald tot 35% in 2020 (Figuur 2-8) en als alle projecten die tot nu toe beschikt zijn gerealiseerd zijn, zal dit aandeel nog lager liggen. De afname van het aandeel van warmteprojecten in de SDE+ is vooral gerelateerd aan het feit dat er een sterke groei is gerealiseerd in het volume aan elektriciteitsprojecten (vooral door zon-PV), terwijl een dergelijke opschaling in de warmtecategorieën is uitgebleven.

Figuur 2-7 Aandeel van hernieuwbare warmte in (maximaal subsidiabele productie van) beschikte projecten.



Figuur 2-8 Aandeel van hernieuwbare warmte in gerealiseerde productie.


Bron: RVO (2021) SDE+ database (niet publiek)

NB: Voor warmteproductie uit WKK's is een standaardverhouding van 42% elektriciteit/58% warmte aangehouden.

De ingediende warmteprojecten werden wel in grote mate beschikt en zijn ook in recente jaren nog kostencompetitief met het grote volume aan zon-PV-projecten (Tabel 2-1). Over het algemeen hebben warmtetechnieken een relatief laag basisbedrag waardoor ze hoog in de rangschikking staan (m.u.v. zon warmte). Hierdoor worden ingediende warmteprojecten in grote mate beschikt (zie Tabel 2-1), ook na de sterke kostendalingen en groei bij zon-PV in recente jaren. Dit toont aan dat de beperkte groei van warmtetechnieken niet het gevolg is van te sterke concurrentie met andere technieken.

Tabel 2-1 Ontwikkeling in aanbod en aandeel beschikte warmteprojecten en warmteproductie.

SDE+ ronde	Aantal warmte projecten			Maximaal subsidiabele productie (TWh)		
	Projectaanbod	Beschikt	Aandeel beschikt (%)	Projectaanbod	Beschikt	Aandeel beschikt (%)
2011	1	0	0%	0,2	0,0	0%
2012	116	107	92%	62,4	57,5	92%
2013	84	84	100%	31,8	31,8	100%
2014	55	51	93%	12,4	12,3	99%
2015	78	33	42%	14,3	9,6	67%
2016 I	98	89	91%	26,5	26,3	99%
2016 II	49	38	78%	3,0	2,7	89%
2017 I	49	49	100%	6,9	6,9	100%
2017 II	42	37	88%	17,0	16,9	100%
2018 I	26	26	100%	6,3	6,3	100%
2018 II	34	23	68%	11,6	11,6	100%
2019 I	33	33	100%	7,1	7,1	100%
2019 II	85	27 *	32% *	24,8	24,6 *	99% *
2020 I	64	64	100%	9,3	9,3	100%

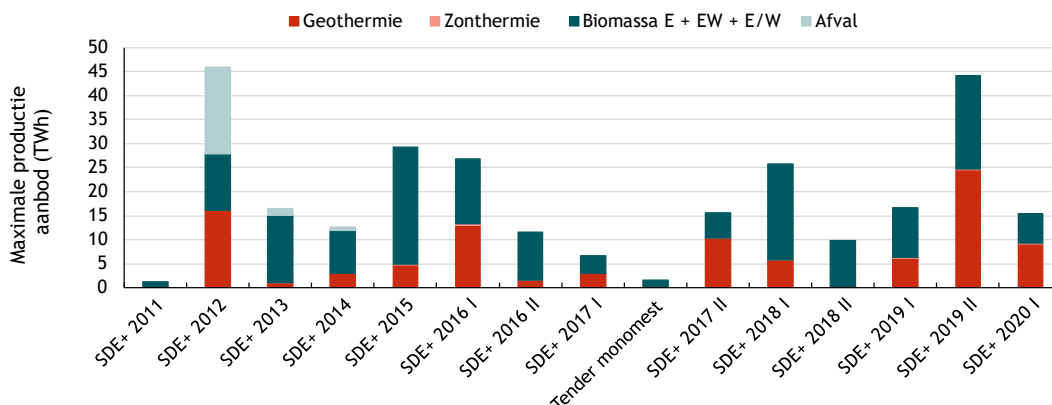
* In de najaarsronde van 2019 II is bijna 100% van de maximale subsidiabele productie van ingediende warmteprojecten beschikt, terwijl 73% van de ingediende projecten niet beschikt zijn. Alle projecten die in deze ronde geen beschikking ontvingen zijn kleinschalige zon warmte daksystemen.

NB: In deze analyse zijn enkel technieken opgenomen die uitsluitend warmte produceren (dus exclusief biomassa WKK).

De beperkte groei in warmteprojecten binnen de regeling en het dalende aandeel in de totale productie is dan ook met name te wijten aan een gebrek aan ingediende projecten. Wanneer we kijken naar het volume aan warmteproductie waarvoor SDE+ projecten zijn ingediend zien we dat dit

over de afgelopen 10 jaar nagenoeg stabiel is gebleven of zelfs wat afgenomen (Figuur 2-9). Deze ontwikkeling van een gebrek aan groei is zowel te zien in het aangeboden productievolume als in het aantal projecten. Voor biomassa technieken is er vanaf 2017 zelfs een sterke daling in het aantal ingediende projecten maar ook in het aangeboden productievolume en in de jaren daarna is ook geen groei meer tot stand gekomen wat op meer structurele oorzaken wijst, zoals de ontwikkelingen van biomassa prijzen en het maatschappelijke debat rondom bioenergie. Voor geothermie is het aantal projecten over de gehele looptijd beperkt gebleven evenals het ingediende productievolume (m.u.v. 2019) en voor zon warmte is enkel in de laatste jaren een groei waarneembaar hoewel de bijdrage van deze techniek aan het totaal aangeboden warmtevolume nog steeds zeer beperkt is. Een mogelijke beperking in de groei van hernieuwbare warmteprojecten kan gerelateerd zijn aan de investeringscyclus voor (grootschalige) warmtesystemen. Dergelijke systemen worden doorgaans pas vervangen als de installatie is afgeschreven, hetgeen het absolute aantal bedrijven dat per jaar op hernieuwbare systemen overstapt kan beperken. Deze rechtstreekse link met lokale energievraag speelt voor elektriciteitsprojecten bijna geen rol aangezien de elektriciteit bij gebrek aan lokale vraag in het net ingevoed kan worden.

Figuur 2-9 Ontwikkeling van maximaal subsidiabel productievolume (TWh) in totaal van ingediende projecten.



Bron: RVO (2021) SDE+ database (niet publiek)

NB: De aantallen in deze grafiek zijn gecorrigeerd voor het aantal projecten dat na beschikking door de initiatiefnemers zijn ingetrokken. Voor de warmteproductie uit WKK-installaties is een standaard warmte/kracht verhouding van 53/42 aangenomen. Verder is voor de laatste jaren waarin geen onderscheid wordt gemaakt tussen warmte en WKK-projecten het volledige aangeboden productievolume als warmteproductie aangemerkt. Dit betekent dat het mogelijk is dat de totaal aangeboden warmteproductie voor de jaren 2018-2020 een overschatting representeert.

Het lijkt er dan ook op dat het onder de gestelde subsidievoorwaarden onvoldoende aantrekkelijk was om hernieuwbare warmteprojecten te ontwikkelen. Hierbij kunnen verschillende factoren een rol gespeeld hebben. Ten eerste kan het voorkomen dat basisbedragen onvoldoende hoog ingeschat waren of te sterk verlaagd zijn gedurende de looptijd. Kijkend naar de ontwikkeling van de basisbedragen (zie sectie 3.2.2) - waaruit blijkt dat deze voor veelgebruikte geothermie en biomassa technieken eerder gestegen dan gedaald zijn - en het initieel hoge aandeel warmteprojecten lijkt dit echter geen goede verklaring. Een andere factor kan zijn dat bij warmtetechnieken een grotere rol speelt dat de meest gunstige projectlocaties als eerste worden benut en dat het basisbedrag voor het resterend potentieel ontoereikend is. De gunstigheid van een locatie hangt af van de aanwezigheid van lokale warmtevraag en de eventuele afstand tussen de warmtebron en warmtevraag en bij biomassa projecten ook de afstand waarover benodigde feedstocks vervoerd moeten worden. Aangezien bij

warmtetechnieken in veel mindere mate kostendalingen in de techniek waarneembaar zijn¹⁹, ontstaan er na verloop van tijd ook maar in beperkte mate nieuwe projecten die wél voor een gelijkblijvend basisbedrag gerealiseerd kunnen worden en kan het dus voorkomen dat een basisbedrag wat voor de eerste projecten wel voldoende hoog was, voor de volgende projecten dat niet meer is. Ook kan het voor sommige warmtetechnieken voorkomen dat het potentieel in absolute zin een beperking oplevert, bijvoorbeeld wanneer het volume aan biomassa volledig benut is.

Bij een deel van de potentiële warmteprojecten kan een rol spelen dat het correctiebedrag niet representatief is voor de referentiesituatie voor dat project, wat door verschillende geïnterviewde belanghebbenden als mogelijk verbeterpunt genoemd is. Bij de bepaling van het correctiebedrag wordt er uitgegaan van de kostprijs van warmte met een gasgestookte ketel of een gasgestookte WKK en een warmteprijs op 90% van de TTF-inkoopprijs van gas. Marktpartijen geven echter aan dat dit niet representatief is voor de daadwerkelijke waarde van warmte en pleiten bijvoorbeeld voor een prijs op het niveau van 70% van de TTF.²⁰ Het feit dat de aannames achter de basisbedragen en correctiebedragen in de SDE soms niet aansluiten bij de specifieke situatie van een project in de realiteit is onvermijdbaar gezien het generieke karakter van de regeling. Desalniettemin kan deze beperking er in de praktijk toe leiden dat bepaalde warmteprojecten binnen de geldende aannames niet rendabel zijn.

Wat hier verder ook een rol kan spelen is dat de effectieve kosten voor warmte voor glastuinbouwbedrijven erg laag kunnen liggen. Zo becijferden we recentelijk dat voor glastuinbouwbedrijven de effectieve kosten voor warmte minder dan 25 €/MWh bedragen wanneer een WKK gebruikt wordt, een deel van de opgewekte elektriciteit zelf geconsumeerd wordt (en dus effectief kosten inclusief belastingen en toeslagen vermeden worden) en een waarde toegekend wordt aan het deel van de geproduceerde CO₂ die nuttig gebruikt kan worden in de kassen.²¹ Wanneer deze effectieve warmtekosten lager liggen dan de verwachte correctiebedragen, kan er een onrendabele top ontstaan die het project belemmert.

De afname in het aantal vergistingsprojecten kan gedeeltelijk verklaard worden door uitputting van het potentieel dat bij de geldende basisbedragen rendabel zijn. Hierdoor was in de eerste jaren een redelijk divers aanbod aan biomassaprojecten rendabel, terwijl in de latere jaren vooral de grootschaligere projecten overbleven. Terwijl de basisbedragen voor biomassa warmtetechnieken redelijk constant bleven over de periode 2011-2020, zijn de basisbedragen voor biogas WKK's sterk gedaald. Echter, internationale technologie studies waarin de ontwikkelingen van de *levelised costs of energy* onderzocht zijn wijzen niet op substantiële kostendalingen in bioenergie-technieken.²² En daarentegen is de aantrekkelijkheid van aardgasgestookte WKK's in de laatste jaren (voor 2021) juist toegenomen. Naast een daling in basisbedragen voor een aantal specifieke categorieën is het ook waarschijnlijk dat de meest gunstige locaties (wat ook samenhangt met de behoefte aan lokale warmtevraag) voor vergistingsprojecten in de eerste jaren van de SDE+ zijn ontwikkeld, of met behulp van de specifieke tender voor monomestvergisting zijn gerealiseerd, wat maakt dat er voor een verdere groei in (meer kleinschalige) vergistingsprojecten wellicht hogere basisbedragen nodig zijn. Hierbij

¹⁹ Trinomics et al. (2019). [Study on impacts of EU actions supporting the development of renewable energy technologies.](#)

²⁰ Zie bijvoorbeeld: BP Nieuws (2020). [Brenge correctiebedrag geothermie in lijn met werkelijke waarde aardwarmte.](#)

²¹ Trinomics (te verschijnen) - Beknopte vergelijkende analyse van het energiegebruik en de CO₂-uitstoot van de Nederlandse en Vlaamse land- en tuinbouwsector. Hierbij werd een gasprijs van 21,6 €/MWh verondersteld.

²² Trinomics et al. (2020). [Energy costs, taxes and the impact of government interventions on investments - LCOE.](#)

speelt ook een rol dat de prijzen voor biomassa in Nederland maar ook in omliggende landen aan het stijgen zijn en dat hiervoor niet gecorrigeerd wordt (o.a. ter voorkoming van een opwaartse prijsspiraal) wat de rentabiliteit van biomassa projecten vermindert.

Voor vaste en houtige biomassa zou verdere groei in projecten ook beperkt kunnen worden door de maatschappelijke weerstand tegenover het gebruik van houtige biomassa hetgeen extra onzekerheid voor investeerders met zich meebrengt. Hoewel er in de indieningen voor SDE+ projecten voor vaste en houtige biomassa nog geen duidelijke trend waarneembaar is, is het goed mogelijk dat er partijen zijn die biomassa als optie overwogen hebben maar vanwege de maatschappelijke weerstand voor een ander alternatief kiezen. Er zijn ook voorbeelden bekend van projecten die over wilden stappen op biomassa en hiervoor een SDE+ beschikking voor hadden gekregen, maar die hier nu toch vanaf zien. Zo heeft Vattenfall plannen voor een grootschalige stadswarmte installatie op houtpellets, maar men overweegt mede i.v.m. het maatschappelijke debat rondom biomassa nu ook alternatieven waaronder een door SDE++ ondersteunde E-boiler.²³ Het definitieve besluit over het bouwen van de biomassacentrale wordt in 2022 genomen.

Ook de categorie groen gas heeft geleden onder de afname in basisbedragen voor de vergistingscategorieën, waardoor het aantal groen gas projecten sterk is afgenomen over de tijd (zie Figuur 2-10). Het beschikte productievolume van groen gas projecten is daarentegen minder sterk gedaald dan het aantal projecten, wat aangeeft dat de gemiddelde projectgrootte is toegenomen. Uit de data blijkt dan ook dat het gemiddelde groen gas project in de periode 2011-2014 een gemiddeld vermogen had van 4.4 MW tegenover 12,9 MW in de laatste vier jaar, hetgeen een indicatie is dat in de latere jaren met name grotere vergistingsprojecten hebben aangeboden. Dit zou erop kunnen wijzen dat het in de laatste jaren van de SDE+ voor kleinschaligere projecten, vooral kleinschalige mestvergisting (ca. 20 kW) niet meer mogelijk was om bij de geldende basisbedragen een rendabel project te ontwikkelen - een beeld dat ook terugkwam in de enquête en interviews met de sector. Er zijn inmiddels ook een aantal groen gas projecten buiten de SDE+ om ontwikkeld.²⁴ Deze projecten zetten hun gas doorgaans af als transportbrandstof, hetgeen hogere inkomsten oplevert (door verkoop van Hernieuwbare Brandstof Eenheden (HBEs)). Het gebruik van groen gas in de transportsector is de laatste jaren sterk toegenomen, van 0.23 PJ in 2017 naar 1.4 PJ in 2020.²⁵ Tegelijkertijd hebben dit soort projecten ook hogere marktrisico's. Ook de waarde van garanties van oorsprong voor groen gas neemt toe in de markt, hetgeen de aantrekkelijkheid van het opschonen van biogas naar groen gas vergroot, ook gezien het feit dat voor deze waarde in het correctiebedrag tot op heden niet gecorrigeerd werd.²⁶ Ondanks deze positieve prikkel is echter slechts een beperkte toename in het aantal groen gas projecten waarneembaar in de laatste paar jaren.

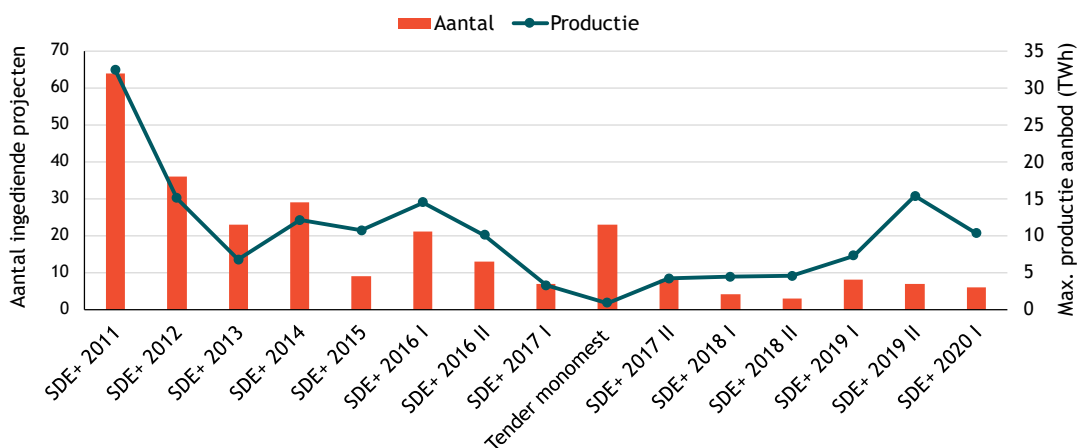
²³ Vattenfall. [Biomassa: een mogelijke tussenstap naar CO2-vrije stadsverwarming](#).

²⁴ New Energy Coalition (2021) [Groen gas en haar bijdrage aan de energietransitie](#); Topsector Energie (2020) [Groen Gas Keten - Stand van zaken en omvang in Nederland](#).

²⁵ NEa (2021) Rapportage Energie voor Vervoer in Nederland 2020. Getallen zijn gecorrigeerd voor statistische dubbelstellingen onder de Hernieuwbare Energie Richtlijn.

²⁶ Inmiddels wordt de waarde van gas GVO' wel meegenomen in het correctiebedrag.

Figuur 2-10 Ontwikkeling aanbod groen gas projecten en bijbehorende maximale productie.



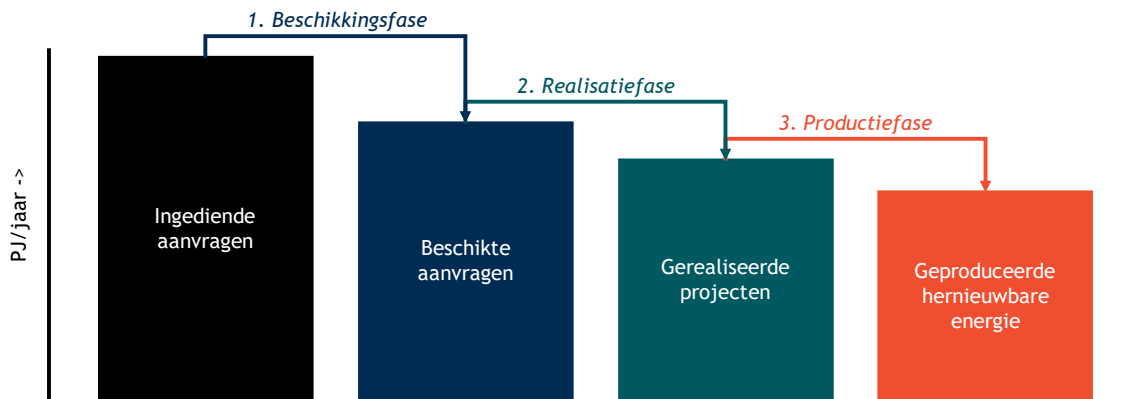
Bron: RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

2.2 Impact van uitval

De doeltreffendheid van de regeling kan negatief beïnvloed worden door uitval van hernieuwbare energieproductie in de beschikkingsfase, realisatiefase en productiefase. Figuur 2-11 illustreert de verschillende fases waarin uitval tot een lagere productie van hernieuwbare energie kan leiden:

1. **Beschikkingsfase:** in deze fase worden de ingediende aanvragen beoordeeld en wordt er bepaald of de aangevraagde projecten een subsidiebeschikking krijgen. Uitval van aanvragen in deze fase heeft alleen potentieel een negatieve invloed op de doeltreffendheid van de regeling als aanvragen die in principe doelmatig zijn worden afgewezen om andere redenen dan budgetuitputting. Hierbij worden aanvragen als in principe doelmatig beschouwd als deze zijn ingediend tegen eenzelfde of een lager basisbedrag dan het hoogste basisbedrag waarvoor een aanvraag in die ronde met dezelfde techniekcategorie is beschikt. De SDE+ is namelijk ontworpen met een maximumbudget per subsidieronde, dus afwijzing door budgetuitputting zou geen afbreuk moeten doen aan de doeltreffendheid of doelmatigheid van de regeling.
2. **Realisatiefase:** in deze fase worden de aanvragen met een subsidiebeschikking gerealiseerd tot projecten. De realisatie moet binnen een vooraf vastgestelde termijn plaatsvinden die per techniekcategorie en per subsidieronde verschilt. Uitval van projecten in deze fase is negatief voor de doeltreffendheid aangezien het gereserveerde subsidiebedrag niet leidt tot de geplande productie van hernieuwbare energie. Pas nadat deze beschikte aanvragen zijn ingetrokken zou het gereserveerde subsidiebedrag elders ingezet kunnen worden. In de tussentijd moet de benodigde energie elders opgewekt worden om aan de vraag te voldoen.
3. **Productiefase:** deze fase omvat de productie van hernieuwbare energie door de projecten die een SDE+ beschikking hebben ontvangen en gerealiseerd zijn. Wanneer de werkelijke productie lager is dan de maximale productie waarvoor een beschikt project subsidie kan ontvangen (maximaal subsidiabele productie), is de uitgekeerde SDE+ subsidie ook lager dan het gereserveerde subsidiebedrag. Deze uitval van productie (onderproductie) kan negatief zijn voor de doeltreffendheid als hier van tevoren geen rekening mee is gehouden, omdat een deel van het gereserveerde subsidiebedrag niet tot de geplande productie van hernieuwbare energie leidt. Omdat projecten de onbenutte subsidiabele productie in de latere jaren kunnen inhalen, zou het gereserveerde subsidiebedrag pas elders ingezet kunnen worden nadat de werkelijke productie van een project over de gehele looptijd van de beschikte SDE+ subsidie bekend is.

Figuur 2-11 Illustratie van de verschillende fases waarin uitval van hernieuwbare energieproductie op kan treden.



Bron: Trinomics.

Het volledig voorkomen van uitval is echter niet altijd gewenst, omdat het ook de markt kan verstikken. De oorzaken voor uitval van aanvragen, projecten en productie verschillen tussen projecten. Hierbij kan uitval soms wenselijk zijn, bijvoorbeeld wanneer marktomstandigheden ertoe leiden dat de financiële of economische haalbaarheid van een project is veranderd. Het voorkomen van uitval is namelijk geen doel van de regeling, maar juist het verhogen van de productie van hernieuwbare energie. Daarnaast blijkt uit discussies met beleidsmakers en uitvoerders dat er rekening is gehouden met een bepaalde mate uitval, afhankelijk van de techniek op basis van ervaring in het verleden. Box 2-1 geeft een overzicht van de wijze waarop uitval de openstellingsbudgetten van de SDE+ rondes beïnvloedt. Door een hoger openstellingsbudget per SDE+ ronde beschikbaar te stellen dan de beoogde uitgaven, wordt de negatieve invloed van uitval op de doeltreffendheid van de regeling gecompenseerd.

Box 2-1 Impact van uitval op de openstellingsbudgetten per SDE+ ronde.

De beschikbare kas uit de begroting vormt de basis voor het bepalen van het openstellingsbudget per SDE+ ronde. Door non-realizatie, onderproductie en hogere correctiebedragen dan de basisenergieprijzen zal er echter minder kas uitbetaald hoeven te worden dan het maximale subsidiebedrag dat is gereserveerd voor alle beschikte aanvragen. Om hier rekening mee te houden, worden ramingen gemaakt van de mate van non-realizatie en onderproductie die zich per techniek voor kunnen doen op basis van gemiddelde realisatiegraden en productiepercentages uit het verleden. De ramingen voor de correctiebedragen worden gebaseerd op ontwikkelingen in energieprijzen. In combinatie met ramingen van de subsidiehoeveelheid per techniek waarvoor aanvragen zullen worden ingediend—op basis van de vraag in de markt—wordt vervolgens bepaald hoeveel hoger het openstellingsbudget kan zijn dan de beschikbare kasmiddelen.

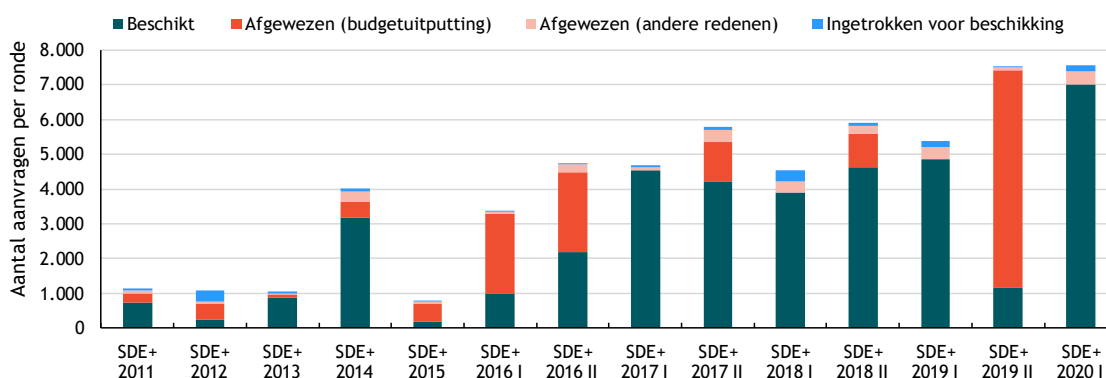
Over de looptijd van een beschikking wordt pas echt duidelijk hoe accuraat de ramingen waren en dus hoeveel subsidie er daadwerkelijk uitbetaald moet worden. Een begrotingsreserve vangt enige fluctuaties in kasuitgaven op. Dit betekent ook dat bij non-realizatie en onderproductie het vrijgekomen budget terugvloeit naar de begrotingsreserve. Deze begrotingsreserve wordt vervolgens via uitgavenramingen meegewogen in de openstellingsbudgetten van toekomstige subsidierondes.

In deze sectie wordt per fase verder ingegaan op de mate en oorzaken van uitval.

2.2.1 Beschikkingsfase

Over de looptijd van de SDE+ zijn 33% van de ingediende aanvragen niet beschikt, wat mogelijk een negatieve invloed heeft gehad op de doeltreffendheid van de regeling. Figuur 2-12 toont een stijgende trend in het aantal aanvragen over de jaren heen. Deze stijgende trend is vooral toe te schrijven aan de toename in aanvragen voor zon-PV-projecten. In Figuur 2-12 is te zien dat de verhouding tussen beschikte en niet-beschikte aanvragen per ronde sterk fluctueert. Aanvragen die niet beschikt zijn kunnen afgewezen zijn door budgetuitputting, afgewezen om inhoudelijke of andere redenen of door de aanvrager zelf ingetrokken zijn voor de beschikkingsbeslissing. Indien deze aanvragen in principe wel doelmatig zijn maar door administratieve redenen zijn afgewezen, zou dit de doeltreffendheid en doelmatigheid van de regeling kunnen verminderen.

Figuur 2-12 Aantal beschikte en niet-beschikte aanvragen per SDE+ ronde.



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

NB: De SDE+ ronde Tender Monomest 2017 is niet in deze grafiek getoond, omdat de ronde alleen toegankelijk was voor groen gas en biomassa projecten en dus niet een representatieve weergave is van de ontwikkeling in SDE+ aanvragen.

Budgetuitputting was voor een groot deel (78%) van de niet-beschikte aanvragen de reden van afwijzing, wat een ontwerpkeuze is om de doelmatigheid van de regeling te bevorderen en geen negatieve impact op de doeltreffendheid van de regeling heeft. In Figuur 2-12 is te zien dat er in sommige jaren veel projecten vanwege budgetuitputting zijn afgewezen. Onder afgewezen aanvragen door budgetuitputting vallen ook aanvragen die in eerste instantie onvolledig zijn ingediend en pas na de datum van overtekening compleet zijn gemaakt; de indieningsdatum onder het *first-come-first-serve* principe geldt namelijk pas vanaf het moment dat een aanvraag compleet is. 70% van de aanvragen die op grond van budgetuitputting zijn afgewezen zijn vervolgens in een volgende SDE+ ronde opnieuw ingediend, waarbij 91% daarvan zelfs tegen een lager basisbedrag is ingediend. Van de aanvragen die op grond van budgetuitputting zijn afgewezen en opnieuw zijn ingediend, zijn 94% beschikt en 76% al gerealiseerd of worden nog gerealiseerd. Het grote aandeel van aanvragen dat opnieuw wordt ingediend en zich in de realisatie- of productiefase bevinden laat zien dat de ontwerpkeuze om het budget per ronde te limiteren slechts in beperkte mate afbreuk doet aan de doeltreffendheid van de regeling. Dit neemt echter niet weg dat een hoger budget in ieder geval in rondes met overtekening tot meer hernieuwbare energieproductie zou hebben geleid, waardoor de kans dat de hernieuwbare energiedoelstellingen gehaald zouden worden wel groter geweest zou zijn.

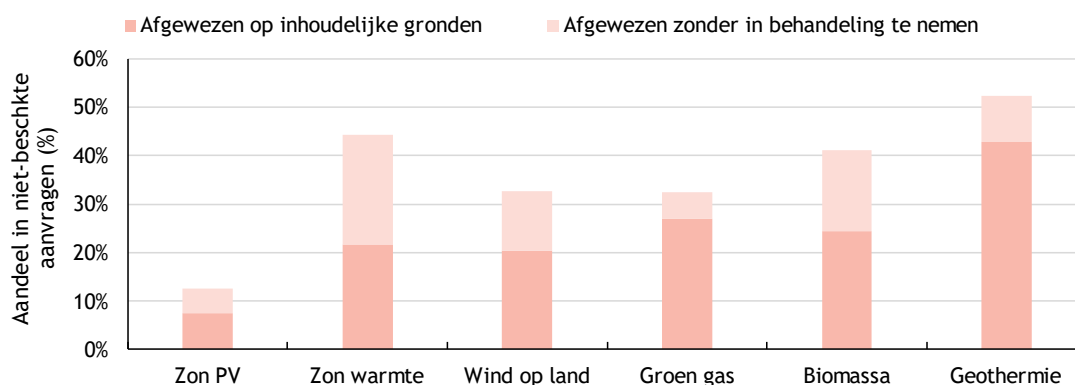
De aanvragen die zijn afgewezen op basis van andere redenen dan budgetuitputting (14% van de niet-beschikte aanvragen) hebben slechts een beperkte impact op de doeltreffendheid van de regeling gehad. Vrijwel alle aanvragen (98%) die om andere redenen dan budgetuitputting zijn afgewezen zijn in principe doelmatig. Dit zou betekenen dat door uitval van deze aanvragen mogelijk

duurdere projecten zijn geschikt, waardoor voor hetzelfde subsidiebedrag minder hernieuwbare energie is opgewekt en de doeltreffendheid dus negatief is beïnvloed. Echter, slechts 43% van deze aanvragen zijn opnieuw ingediend in een latere ronde, en 27% hebben ook daadwerkelijk de realisatie- of productiefase gehaald—wat gelijk staat aan 3% van alle niet-beschikte aanvragen.²⁷ Het voorkomen van uitval van deze aanvragen in de eerste ronde waarin ze hebben ingediend zou dus slechts tot een beperkte potentiële toename hebben geleid van hernieuwbare energie—en daarmee een beperkte verbetering van de doeltreffendheid. De beperkte herindiening van deze aanvragen wijst er ook op dat, ondanks dat de aanvragen in principe doelmatig zijn, de onvolkomenheden in de meeste van deze aanvragen substantiëler van aard zijn dan slechts administratieve omissies. Het stellen van eisen aan projecten vooraf en het afwijzen van projecten die niet aan deze eisen voldoen vermindert daarmee de kans op uitval in een latere fase, wat de doeltreffendheid van de regeling ten goede komt.

Een deel van de mogelijk doelmatige aanvragen is afgewezen zonder inhoudelijk in behandeling te zijn genomen doordat niet (op tijd) aan alle volledigheidvereisten zijn voldaan. Voordat aanvraag inhoudelijk wordt getoetst, wordt eerst gekeken of de aanvraag aan alle indieningsvereisten van het Besluit SDE+ is voldaan. Wanneer een aanvraag niet voldoet aan de volledigheidvereisten, dan krijgt de aanvrager een herstelkans. De indieningsdatum waarmee gerekend wordt onder het *first-come-first-serve* principe voor subsidiebeschikking is echter wel de datum waarop aan alle volledigheidvereisten is voldaan. Indien de aanvrager de vereiste documenten niet binnen de gestelde termijn indient, pas na de datum van budgetoverschrijding indient of geheel niet indient, dan wordt de aanvraag niet in behandeling genomen. In Figuur 2-13 is te zien dat de mate waarin aanvragen vanwege onvolledigheid zijn afgewezen verschilt per techniekcategorie en is over het algemeen verspreid over de verschillende rondes. Dit lijkt erop te wijzen dat het vaak vanwege specifieke redenen gerelateerd aan de aanvraag is waarom niet aan de volledigheidvereisten is voldaan. Bij zon warmte projecten zijn de meeste afwijzingen echter wel te herleiden naar SDE+ ronde 2019 I. In deze ronde werd namelijk voor het eerst expliciet om een watervergunning bij de aanvraagindiening voor zon warmte projecten gevraagd. In de rondes daarna waren er vervolgens weer substantieel minder zon warmte projecten vanwege onvolledigheid afgewezen, terwijl de expliciete eis voor het bijvoegen van een watervergunning bij zon warmte projecten onveranderd is gebleven. Dezelfde trend is te zien bij biomassa projecten van de subcategorie *ketel vaste biomassa < 5 MW* die in SDE+ ronde 2015 door onvolledigheid veelvuldig zijn afgewezen maar in de rondes daarna niet meer. Dit lijkt erop te wijzen dat enige activiteiten ter voorkoming van onvolledigheid effectief zijn gebleven.

²⁷ In deze cijfers zijn de niet-beschikte aanvragen van de laatste SDE+ ronde (SDE+ ronde 2020 I) niet meegenomen, omdat voor de evaluatie geen data beschikbaar na de laatste SDE+ ronde is om te bepalen of deze aanvragen in een latere ronde opnieuw zijn ingediend. Dit heeft geen invloed op de cijfers van afgewezen aanvragen door budgetuitputting die opnieuw hebben ingediend, omdat in de laatste SDE+ ronde geen aanvragen op grond van budgetuitputting zijn afgewezen vanwege onderuitputting van het maximumbudget.

Figuur 2-13 Aandeel van afgewezen aanvragen door andere redenen dan budgetuitputting t.o.v. het totaal niet-beschikte aanvragen per techniek over de looptijd van de SDE+.



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

NB: De techniekcategorieën waterkracht en afval zijn niet in deze grafiek getoond vanwege het beperkt aantal aanvragen. Ook zijn aanvragen afgewezen vanwege niet tijdige indiening (in dit geval te vroeg) niet weergegeven, omdat dit een verwaarloosbaar aantal betreft.

De meeste afgewezen aanvragen die mogelijk doelmatig zijn, zijn echter op inhoudelijke gronden afgewezen vanwege twijfels over de technische, economische en/of financiële haalbaarheid. Figuur 2-13 toont een gedetailleerde uitsplitsing per techniekcategorie van de aanvragen die om andere redenen dan budgetuitputting zijn afgewezen. Hierin is te zien dat een substantieel deel van de niet-beschikte aanvragen van alle technieken behalve zon-PV om andere redenen dan budgetuitputting is afgewezen, waarbij in vrijwel alle categorieën een merendeel vanwege inhoudelijke redenen is. Uit interviews blijkt dat projecten voornamelijk zijn afgewezen door onvoldoende vertrouwen in de technische, economisch en/of financiële haalbaarheid van de ingediende projecten, waaronder:

- **Overschatting energieproductie:** projecten waarvan in de technische analyse de verwachte energieproductie—en daarmee de verwachte opbrengsten—wordt overschat, waardoor ook de rentabiliteit van het project wordt overschat;
- **Onzekere financieringsbronnen:** projecten waarbij de financieringsbronnen te onzeker zijn en daarmee of de projecten wel gerealiseerd kunnen worden;
- **Overschatting van of onzekerheid rondom warmtevraag:** warmteprojecten waarbij de vraag naar warmte onvoldoende zeker is, wat een risico voor de verwachte opbrengsten en rentabiliteit oplevert;
- **Ontbreken van vergunningen of toestemmingen:** projecten waarvan het zeker is dat de vereiste vergunningen niet zijn verleend of geen toestemming is verkregen van de locatie-eigenaar;
- **Dubbele aanvraag op één locatie:** projecten die op een locatie zullen worden gerealiseerd waarvan in dezelfde of de vorige SDE+ ronde al in dezelfde techniekcategorie een aanvraag is gedaan;
- **Niet voldoen aan inhoudelijke vereisten:** projecten die niet aan inhoudelijke vereisten voldoen voor een bepaalde categorie waarvoor is ingediend, bijvoorbeeld het niet kunnen aantonen dat de opgewekte hernieuwbare warmte nuttig wordt toegepast; en
- **Verkeerde aanvrager:** projecten die zijn aangevraagd door partijen die niet de producenten van de hernieuwbare energie zullen zijn—alleen de beoogde producent kan namelijk SDE+ subsidie aanvragen.

Verskillende maatregelen om uitval van mogelijk doelmatige projecten in de beschikkingsfase te voorkomen zijn al genomen, maar eerdere zekerheid over veranderingen per SDE+ ronde had

potentieel tot minder uitval kunnen leiden. De genomen maatregelen richten zich voornamelijk op betere informatievoorziening. In het aanvraagformulier worden zowel de volledigheds- als inhoudelijke vereisten en mogelijke vereisten in beheer van een project belicht. Hierbij wordt met name de aandacht gevestigd op nieuwe vereisten. Ook is voor de bijbehorende haalbaarheidsstudie een handleiding en format beschikbaar gesteld, waarbij per onderwerp wordt toegelicht waaraan voldaan moet worden. Wanneer vervolgens in een bepaalde ronde veel uitval ontstaat op een bepaald onderwerp—bijvoorbeeld nieuwe vereisten in bepaalde projectcategorieën, dan wordt daar in de voorlichting van de volgende rondes meer aandacht aan besteed om herhaling te voorkomen. Dit blijkt ook uit de gegevens m.b.t. afgewezen aanvragen door onvolledigheid in SDE+ ronde 2019 I voor zon warmte projecten en SDE+ ronde 2015 voor biomassa projecten zoals hierboven benoemd. Uit de interviews met marktpartijen blijkt echter wel dat duidelijkheid over nieuwe vereisten in een eerder stadium meer uitval kan voorkomen. Toch zou eerdere voorlichting alleen een deel van de uitval in de beschikkingsfase voorkomen; sommige aanvragen komen ook voort uit opportunisme om een beschikking proberen te krijgen zonder dat het project goed doordacht of nog onvoldoende ontwikkeld is.

2.2.2 Realisatiefase

Non-realiseren van beschikte projecten heeft ertoe geleid dat in 2020 tot maximaal 13 TWh minder hernieuwbare energie is opgewekt dan onder de SDE+ gesubsidieerd had kunnen worden. Dit staat gelijk aan 26% van de maximaal subsidiabele productie in 2020 van alle aanvragen die geschikt zijn over de looptijd van de regeling. Hierbij verwijst non-realiseren van projecten naar projecten die na beschikking door RVO of de aanvragers zijn ingetrokken en dus niet gerealiseerd zijn. Indien deze projecten wel waren gerealiseerd en 100% van de maximaal subsidiabele productie in 2020 hadden geproduceerd, dan zou de hernieuwbare energieproductie door SDE+ projecten in 2020 63% hoger liggen. In de praktijk ligt de werkelijke productie echter lager dan de maximaal subsidiabele productie (zie Sectie 2.2.3) waardoor de impact van non-realiseren naar verwachting ook lager is.

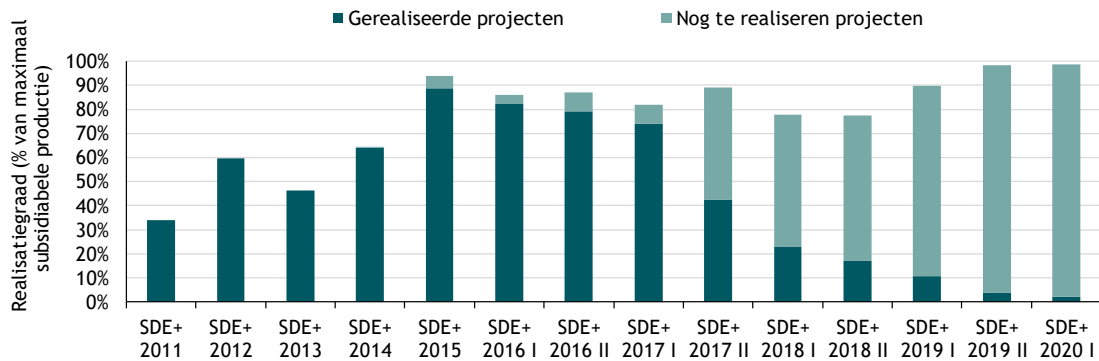
Non-realiseren van beschikte projecten leidt in principe tot een verminderde doeltreffendheid van de regeling. De beschikking van deze projecten heeft er namelijk toe geleid dat—in de rondes waarin overtekening plaatsvindt, andere (duurdere) projecten die mogelijk wel gerealiseerd hadden kunnen worden afgewezen zijn op grond van budgetuitputting. Echter is bij het bepalen van het openstellingsbudget al rekening gehouden met een bepaalde mate van non-realiseren. Hierdoor wordt de impact van non-realiseren op de doeltreffendheid gecompenseerd door een hoger budget vast te stellen en kan gesteld worden dat wanneer de non-realiseren in lijn is met de verwachting, de impact op de doeltreffendheid volledig gemitigeerd is.

Daarnaast zijn, zoals benoemd in Sectie 0, veel van de aanvragen die op grond van budgetuitputting zijn afgewezen wel weer in een latere ronde ingediend. Ook vloeit het vrijgekomen budget door non-realiseren weer terug naar de begrotingsreserve en wordt het meegewogen in de openstellingbudgetten van toekomstige rondes (zie ook Box 2-1). Deze aspecten leiden ertoe dat ten minste een deel van de hernieuwbare energieproductie vertraagd plaatsvindt en dempen daarmee de negatieve impact van non-realiseren op de doeltreffendheid.

De realisatiegraad is in de eerste jaren van de regeling sterk toegenomen, maar vertoont een licht dalende trend vanaf 2015. Hierbij verwijst de realisatiegraad naar het aandeel van de maximaal subsidiabele productie van beschikte projecten dat gerealiseerd is of nog gerealiseerd moet worden. Door Figuur 2-14 en Figuur 2-15 samen te nemen kunnen de volgende observaties worden gemaakt:

- **SDE+ rondes 2011-2014:** In de eerste jaren van de regeling was de realisatiegraad relatief laag. Dit komt deels doordat in de eerste jaren relatief veel groen gas en geothermie projecten waren beschikbaar die doorgaans een relatief lage realisatiegraad hebben laten zien. Uit interviews blijkt dat de lage realisatiegraad in deze jaren voor groen gas en geothermie gerelateerd is aan het stijgende basisbedrag voor deze twee techniekcategorieën (zie Sectie 3.2.2). Bij deze projecten werd ervoor gekozen om hun eerdere beschikte aanvraag in te trekken en vervolgens voor een hoger basisbedrag weer in te dienen. Dit betekent dat de oplopende basisbedragen non-realiserende van reeds beschikte projecten in de hand hebben gewerkt. Vanaf 2015 mogen beschikte projecten die niet zijn gerealiseerd minstens drie jaar niet meer opnieuw worden ingediend, waardoor dit effect is gemitigeerd. Daarnaast is uit interviews en de enquête gebleken dat veel projecten in deze techniekcategorieën doorgaans de business case te optimistisch inschatten, waardoor relatief veel in de realisatiefase weer worden ingetrokken. Dit is vooral zichtbaar bij groen gas projecten, waarbij veel aanvragen in de eerste SDE+ rondes in de vrije categorie indiende (zie Sectie 0) en na beschikking zijn ingetrokken. Daarnaast is sinds 2014 een haalbaarheidsstudie voor grote projecten (vermogen > 0,5 MW) verplicht, waardoor het risico op non-realiserende afneemt. Ook speelt mee dat zowel de regeling als de marktrespons geleidelijk volwassen zijn geworden, waarbij voor vrijwel alle technieken een geleidelijke stijging van de realisatiegraad zichtbaar is. Alleen voor wind op land was de realisatiegraad al vanaf het begin van de regeling hoog met gemiddeld meer dan 90%.
- **SDE+ rondes 2015-2017 I:** De hoge realisatiegraad vanaf 2015 is vooral toe te schrijven aan het relatief hoge aandeel van wind op land en/of biomassa. Projecten in deze twee techniekcategorieën hebben een relatief hoge realisatiegraad. De licht dalende trend is toe te schrijven aan het stijgende aandeel van zon-PV in de beschikte productie t.o.v. wind op land en biomassa. Binnen elke techniekcategorie fluctueert de realisatiegraad zonder duidelijke trend. Ook is nog een relatief klein aandeel van de beschikte productie niet gerealiseerd, terwijl de realisatietermijn van alle projecten die in SDE+ ronde 2017 I en ervoor al is verstreken. Deze projecten kunnen bijdragen aan een verdere toename van non-realiserende. De realisatiegraad inclusief de nog te realiseren projecten geeft daarmee de maximaal mogelijke realisatiegraad weer, omdat de nog te realiseren projecten voor realisatie nog ingetrokken kunnen worden.
- **Na SDE+ ronde 2017 I:** vanaf SDE+ ronde 2017 II daalt het aandeel gerealiseerde projecten t.o.v. de nog te realiseren projecten. Dit komt doordat de realisatietermijn van veel beschikte projecten nog niet is verstreken. Hierin is te zien dat de dalende trend in de maximaal mogelijke realisatiegraad zich voortzet in 2018. De ontwikkelingen in 2017 en 2018 zijn tevens gerelateerd aan de stijging in het aandeel zon-PV ten opzichte van wind op land en biomassa. Vanaf 2019 is er nog weinig te zeggen over de realisatiegraad, omdat de realisatietermijn nog niet is verlopen.

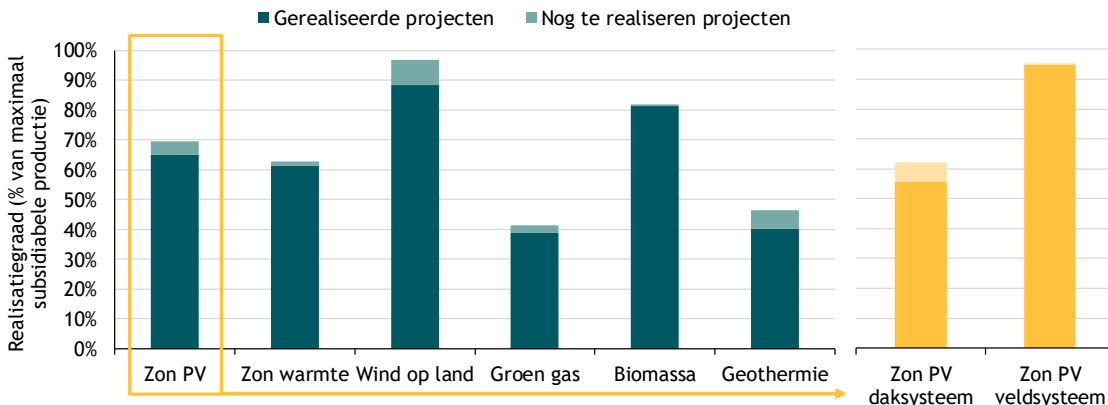
Figuur 2-14 De realisatiegraad als % van de maximaal subsidiabele productie van de gerealiseerde en nog te realiseren projecten per SDE+ ronde.



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

NB: Deze grafiek toont de status op 24 augustus 2021. De SDE+ ronde Tender Monomest 2017 is niet in deze grafiek getoond, omdat de ronde alleen toegankelijk was voor groen gas en biomassa projecten en dus niet een representatieve weergave is van de ontwikkeling van de realisatiegraad in de regeling.

Figuur 2-15 De realisatiegraad als % van de maximaal subsidiabele productie van de gerealiseerde en nog te realiseren projecten per techniekcategorie van beschikte aanvragen t/m SDE+ ronde 2017 I met uitsplitsing voor zon-PV.



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

Deze grafiek toont de status op 24 augustus 2021. De techniekcategorieën waterkracht en afval zijn niet in deze grafiek getoond vanwege het beperkt aantal aanvragen. Alleen beschikte projecten van de SDE+ 2017 I ronde en eerder zijn hier meegenomen, omdat de uiterste datum voor in gebruikname voor een groot aandeel van de projecten in de rondes na SDE+ 2017 I nog niet is verstreken en nog gerealiseerd moet worden. Aangezien deze projecten nog voor realisatie ingetrokken worden, zijn projecten na de SDE+ 2017 I ronde niet meegenomen in het bepalen van de realisatiegraad per techniekcategorie.

De dalende realisatiegraad vanaf 2015 kan grotendeels verklaard worden door een toename van dakgebonden zon-PV. Driekwart van de beschikte productie van zon-PV-projecten zijn daksystemen. In Figuur 2-15 is te zien dat de realisatiegraad van zon-PV-projecten met daksystemen substantieel lager ligt dan voor zon-PV-projecten met veldsystemen. Volgens meerdere geïnterviewden is de lagere realisatiegraad van zon-PV-daksysteemprojecten het resultaat van veel cowboys op de zon-PV-markt. In tegenstelling tot andere techniekcategorieën zijn er voor zonneprojecten met daksystemen geen vergunningen nodig. Hierdoor is de voorbereiding beperkt en zijn er vrijwel geen kosten die gemaakt hoeven te worden voorafgaand aan de subsidieaanvraag. Er zijn daarom marktpartijen die een aanvraag voor vele zon-PV-projecten tegelijk doen zonder een intentie om alle projecten ook te realiseren. Daarnaast speelt de afhankelijkheid van dakeigenaren ook een rol in projecten waarbij de aanvrager en dakeigenaar niet dezelfde partij zijn. Indieners moeten in zulke gevallen een verklaring met toestemming van de dakeigenaar bij hun aanvraag indienen. Dakeigenaren kunnen echter na beschikking hun plannen voor het gebouw wijzigen of andere prioriteiten hebben, waardoor de

projecten toch niet doorgaan. Volgens een eerder onderzoek over uitval bij zon-PV-projecten²⁸ is dat ook de voornaamste reden voor non-realiseren in projecten waar de aanvrager en dakeigenaar niet hetzelfde zijn. Dergelijke projecten lopen daarmee een hoger risico op non-realiseren dan projecten waar de aanvrager ook de dakeigenaar is.

Ongeveer 40% van de niet gerealiseerde projecten zijn ingetrokken doordat deadlines niet zijn

gehaald.²⁹ Deze projecten zijn ingetrokken doordat de opdrachtverstrekking- of realisatietermijn van een nog te realiseren project is verlopen:

- **Intrekkingen door verstrijken termijn opdrachtverstrekking:** Partijen moeten binnen een bepaalde periode de opdrachten voor de levering van onderdelen voor de realisatie van het beschikte project verstrekken. Voor 2018 moest dit binnen een jaar, wat in de praktijk krap bleek te zijn. Deze termijn voor opdrachtverstrekking is daarom vanaf 2018 verlengd naar 18 maanden. Deze maatregel is echter nog te recent om te beoordelen of dit tot een daling van ingetrokken projecten op initiatief van RVO heeft geleid. Het aandeel intrekkingen door RVO van de projecten beschikt in 2018 is vrijwel hetzelfde als de jaren ervoor en veel projecten die na 2018 zijn beschikt bevinden zich nog in de 18 maandentermijn voor opdrachtverstrekking.
- **Intrekkingen door verstrijken realisatietermijn:** Projecten moeten binnen een wettelijk gestelde termijn gerealiseerd worden—wat per techniek kan verschillen. Intrekkingen op initiatief van RVO komt het meest voor bij projecten in de techniekcategorieën zon-PV, zon warmte en groen gas. Dit zijn ook de techniekcategorieën waarbij relatief veel projecten pas na het verstrijken van de uiterste realisatiedatum gerealiseerd worden³⁰ (zie ook resultaten later in deze sectie bij *realisatiesnelheid*). Dit zou impliceren dat vooral in deze techniekcategorieën de realisatietermijn mogelijk onvoldoende is. Volgens de enquête en een eerder onderzoek³¹ gefocust op zon-PV waren de voornaamste redenen voor het overschrijden van de realisatietermijn uitgelopen constructiewerkzaamheden, vertragingen in overeenkomsten (bijvoorbeeld met eigenaren, verzekeraars en hypotheekverstrekkers) en dat de aansluiting op het elektriciteitsnet op zich liet wachten. Hierin speelt ook mee dat kleine zon-PV-projecten slechts een realisatietermijn van 1,5 jaar hebben in plaats van de gebruikelijke 3-4 jaar bij de meeste andere technieken.

De belangrijkste redenen voor intrekkingen op initiatief van de projectaanvragers zijn economisch

of technisch van aard. Volgens interviews en de enquête—aangevuld met inzichten uit een eerder onderzoek over zon-PV³¹—worden projecten in alle techniekcategorieën voornamelijk ingetrokken door verslechtering van de business case. Veelal komt dit door kosten waar van tevoren geen rekening mee waren gehouden of leiden vertragingen in projecten (o.a. door Covid-19) tot hogere kosten en meer risico door prijsstijgingen of nieuwe voorschriften in vergunningen waaraan voldaan moet worden. Andere belangrijke redenen zijn gerelateerd aan onduidelijkheid of de netbeheerder voldoende

²⁸ Technopolis (2021). *Vrijval SDE-gelden. Onderzoek naar de oorzaken voor vrijval in SDE-gelden bij zon-PV-projecten.*

²⁹ 40% van de ingetrokken beschikte projecten zijn gekenmerkt als “ingetrokken op initiatief van RVO”. Uit interviews blijkt dat deze projecten voornamelijk zijn ingetrokken doordat deadlines niet werden gehaald.

³⁰ Projecten kunnen onder bepaalde voorwaarden maximaal één jaar uitstel na de realisatietermijn krijgen. De periode waarvoor ze subsidie kunnen ontvangen blijft echter ongewijzigd en gaat op de oorspronkelijke uiterste realisatiedatum in. Normaal hebben projecten één extra jaar na de looptijd van de subsidie om de ongebruikte ruimte onder de maximaal subsidiabele productie in te halen. Omdat bij uitstel de looptijd van de subsidie niet verandert vervalt deze ruimte, wat weer de business case kan verslechteren.

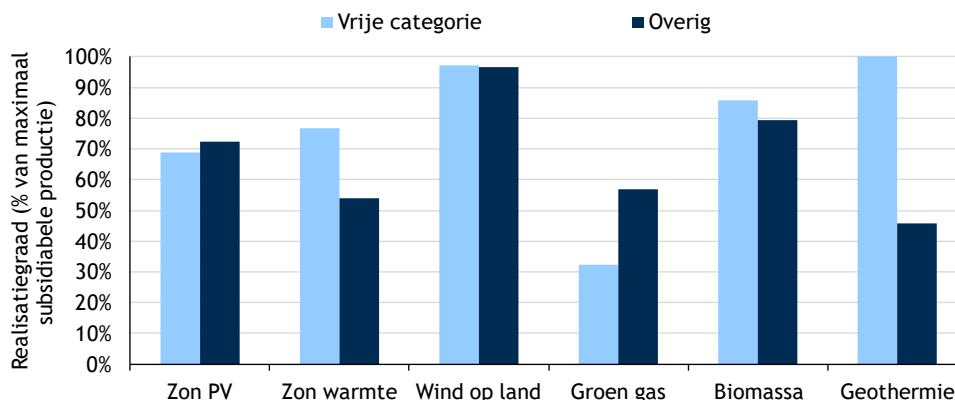
³¹ Technopolis (2021). *Vrijval SDE-gelden. Onderzoek naar de oorzaken voor vrijval in SDE-gelden bij zon-PV-projecten.*

teruglevercapaciteit heeft, of dat er extra kosten gemaakt moesten worden voor de aansluiting op het elektriciteitsnet. Verder komen de volgende redenen voor bepaalde techniekcategorieën ook sterk naar voren:

- **Zon PV:** Veel voorkomende redenen zijn dat de draagkracht van de dakconstructie niet berekend blijkt te zijn op het gewicht van de zonnepanelen waardoor het dak verzwakt moet worden, of dat de dakbedekking vervangen moeten worden (bijvoorbeeld i.v.m. asbest). Ook leiden strengere eisen van verzekeraars tot kosten die hoger zijn dan verwacht of weigeren sommige verzekeraars vanwege brandveiligheid een verzekering te verlenen.
- **Biomassa:** het negatieve sentiment in het publieke debat rondom verbranding van biomassa leidt ertoe dat projectontwikkelaars stuiten op weinig medewerking van gemeenten om de projecten te realiseren of dat de eigenaar van de grond zich terugtrok.
- **Groen gas:** sommige projecten stuiten op weinig medewerking—en een enkel geval zelfs tegenwerking—van bepaalde overheidsinstanties ondanks dat de vergunning is verleend.

Indiening in de vrije categorie heeft geen significante impact op de realisatiegraad gehad. In Figuur 2-16 is te zien dat de realisatiegraad tussen projecten die wel en niet in de vrije categorie hebben ingediend vrijwel hetzelfde zijn voor de grootste techniekcategorieën zon-PV, wind op land en biomassa. Voor groen gas hebben projecten die niet in de vrije categorie hebben ingediend een hogere realisatiegraad. Dit lijkt erop te wijzen dat groen gas projecten die beschikt zijn tegen een hoger basisbedrag een grotere kans hebben om gerealiseerd te worden. Voor projecten in zon warmte en geothermie lijkt het omgekeerde van toepassing. Voor geothermie is echter slechts een klein deel van de beschikte productie (2%) in de vrije categorie ingediend en is daarmee niet representatief. Voor zon warmte projecten is de hogere realisatiegraad in de vrije categorie te relateren aan één groot project dat 71% van de maximaal subsidiabele productie van gerealiseerde projecten tot en met de SDE+ 2017 I ronde in de zon warmte techniekcategorie beslaat. Zonder dit project is de realisatiegraad van zon warmte projecten die wel of niet in de vrije categorie hebben ingediend ongeveer gelijk.

Figuur 2-16 De realisatiegraad als % van de maximaal subsidiabele productie van projecten die wel of niet in de vrije categorie hebben ingediend per techniekcategorie van beschikte aanvragen t/m SDE+ ronde 2017 I.



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

De techniekcategorieën waterkracht en afval zijn niet in deze grafiek getoond vanwege het beperkt aantal aanvragen. Gerealiseerde en nog te realiseren projecten zijn samengevoegd in de figuur. Alleen beschikte projecten van de SDE+ 2017 I ronde en eerder zijn hier meegenomen, omdat de uiterste datum voor in gebruikname voor een groot aandeel van de projecten in de rondes na SDE+ 2017 I nog niet is verstrekt en nog gerealiseerd moet worden.

Non-realizatie zou verminderd kunnen worden door de inschrijfdrempel te verhogen of financiële gevolgen te koppelen aan non-realizatie. In de interviews, de enquête en het eerdere onderzoek over

uitval van zon-PV-projecten³¹ zijn maatregelen benoemd om non-realiserende te verminderen die als volgt gegroepeerd kunnen worden:

- **Strengere inschrijvereisten:** aanvragers zouden gevraagd kunnen worden om additionele documentatie aan te leveren om een betere voorbereiding van projecten te borgen. De haalbaarheidsstudie die sinds 2014 is verplicht is hier een voorbeeld van, hoewel er nog steeds projecten zijn die door onverwachte kosten uitvallen. De transportindicatie die sinds het najaar van 2019 is ingevoerd is hier ook een voorbeeld van. Nieuwe additionele inschrijvereisten zouden toegespitst kunnen worden op de meest voorkomende oorzaken van non-realiserende die vooraf te voorkomen zijn. Bij subsidieaanvragen voor zon-PV daksystemen zou dit bijvoorbeeld een bouwkundige keuring kunnen zijn van de dakconstructie. Input uit interviews wijzen er echter op dat specialisten voor een dergelijke keuring schaars zijn. Ook blijkt uit praktijkervaring dat zelfs met een keuring projecten tijdens de realisatiefase nog steeds met tegenvallers in de dakconstructie te maken kunnen hebben.
- **Beter meenemen van netwerkimact in de beschikking:** hoewel de transportindicatie beter inzicht geeft of een project aangesloten kan worden op het elektriciteitsnet, is het geen garantie dat bij realisatie het project ook daadwerkelijk aangesloten wordt of hoe hoog de kosten van de aansluiting zullen zijn. Verder is sinds 2018 het correctiebedrag van elektriciteit van zon-PV voor eigen verbruik hoger dan elektriciteit voor netlevering, waardoor het uiteindelijke subsidiebedrag voor eigen verbruik lager uitvalt. Hierdoor geeft de regeling geen prikkel voor meer eigen verbruik wat het netwerk kan ontlasten. Ook wordt uitgestelde elektriciteitslevering (bijvoorbeeld met batterijen) niet in de regeling gestimuleerd. Non-realiserende zou mogelijk verbeterd kunnen worden door in de beschikkingsfase beter rekening te houden met het risico dat projecten mogelijk niet worden aangesloten op het net of tegen te hoge kosten waardoor de business case negatief wordt. Dit is één van de externe effecten die in Hoofdstuk 4 is onderzocht.
- **Statiegeldregeling:** er zouden aan de indiening van aanvragen kosten gekoppeld kunnen worden in de vorm van inschrijfgeld, dat vervolgens bij realisatie van het project weer teruggestort wordt. Dit zou voornamelijk de realisatiegraad bij zon-PV-daksysteemprojecten kunnen verhogen, omdat de kosten voor indiening bij deze projecten vaak beperkt zijn doordat er geen vergunningvereisten zijn. Bij de projecten in de andere techniekcategorieën zou de impact op de realisatiegraad mogelijk slechts beperkt zijn, omdat er een lang voortraject is en kosten al gemaakt moeten worden om de benodigde vergunningen voor exploitatie te verkrijgen. Hierbij moet er wel op worden gelet dat een statiegeldregeling de inschrijfdrempel voor bepaalde technieken niet disproportioneel verhoogt. Uit interviews blijkt echter dat een statiegeldregeling op gespannen voet staat met de jurisprudentie rondom subsidies en daarom juridisch complex is om in te voeren.
- **Boetes bij non-realiserende:** er zou een boeteclausule toegevoegd kunnen worden bij non-realiserende zoals al het geval is in de SDE++ regeling bij projecten voor CO₂-afvang en -opslag van maximaal 2% van het beschikte bedrag.

Non-realiserende minimaliseren is echter geen doel van de regeling en het is de vraag of extra maatregelen ter voorkoming van non-realiserende daadwerkelijk tot een betere doeltreffendheid van de regeling leiden. Het verhogen van de inschrijfdrempel of financiële gevolgen koppelen aan non-realiserende zou de uitval van projecten in de realisatiefase kunnen verminderen. Deze maatregelen kunnen er echter ook toe leiden dat minder projectaanvragen worden ingediend en beschikt door de

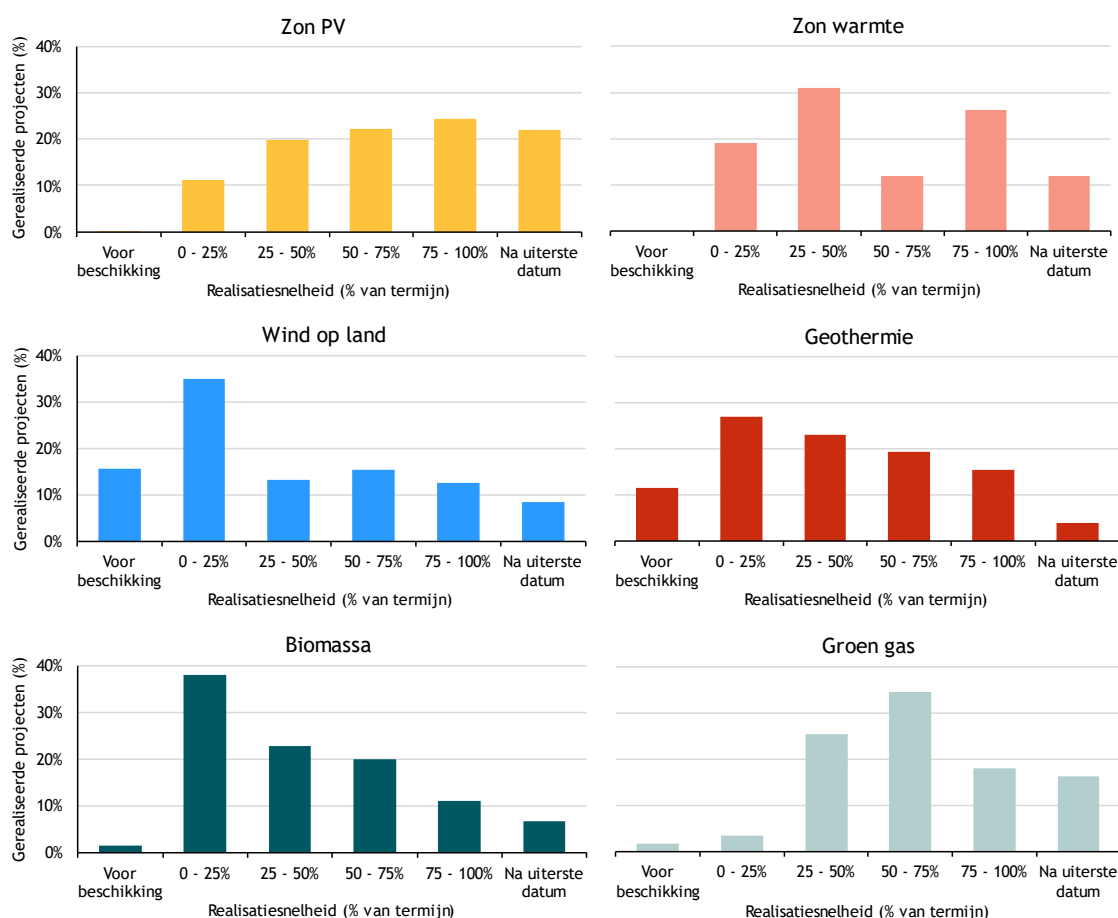
additionele administratieve kosten en/of financiële risico's die aan een project worden toegevoegd bij non-realiserende. Daarnaast wordt een deel van de non-realiserende veroorzaakt door veranderende marktprijzen of omstandigheden die niet van tevoren te voorspellen zijn. Ook is non-realiserende het resultaat van meerdere factoren en verschillend per project. Betere voorlichting van de voornaamste redenen van non-realiserende in vervolgrondes kan helpen om uitval in de realisatiefase te verminderen, wat al gedaan wordt door RVO. Ook mogen aanvragers bij non-realiserende van een project drie jaar lang hetzelfde project niet opnieuw indienen als er aantoonbaar sprake is van speculatief gedrag, wat volgens interviews bijdraagt aan betere voorbereiding van aanvragen en het verminderen van non-realiserende. Daarnaast wordt in de budgetbepaling per SDE+ ronde al rekening gehouden met een zekere mate van non-realiserende. Wel zou er mogelijk wat te winnen zijn bij een statiegeldregeling en het beter meenemen van de netwerkimpact gericht op de techniekcategorieën met een lage realisatiegraad.

Van de projecten die wel gerealiseerd zijn, verschilt de realisatiesnelheid tussen de verschillende techniekcategorieën. Figuur 2-17 toont de verdeling van de realisatiesnelheid per techniekcategorie als percentage van het aantal gerealiseerde projecten. Hierbij is de realisatiesnelheid uitgedrukt als het gedeelte van de maximale realisatietermijn waarin een project is gerealiseerd; 0% staat gelijk aan realisatie op de eerste dag van de beschikking en 100% realisatie op de uiterste datum waarop het project gerealiseerd zou moeten zijn. In Figuur 2-17 is het volgende zichtbaar:

- Veel **zon-PV-projecten** worden tegen het einde van de uiterste datum voor in gebruik name gerealiseerd of zelfs daarna.³² Uit interviews blijkt speculatiedrag over dalende kosten van zonnepanelen hier deels een rol in heeft gespeeld, waarbij sommige projectontwikkelaars de realisatie van hun projecten zo veel mogelijk hebben vertraagd om van deze dalende kosten te profiteren. Deze verwachtingen voor dalende kosten is ook gereflecteerd in de basisbedragen voor zon-PV die over de tijd dalen (zie sectie 3.2.2). Vanaf SDE+ ronde 2017 II is onder andere daarom de realisatietermijn voor zon op dak projecten van < 1 MWp van 3 naar 1,5 jaar ingekort. Dit heeft er echter toe geleid dat de realisatietermijn vaker niet is gehaald (zie toelichting verderop in deze sectie).
- Bij **wind op land, geothermie en biomassa** is te zien dat veel projecten vlak na beschikking worden gerealiseerd. Op basis van de daling van het basisbedrag voor wind op land (zie sectie 3.2.2)—wat een daling van projectkosten over de tijd voorstelt, is te verwachten dat projectontwikkelaars de realisatie zo veel mogelijk uitstellen. Volgens de interviews is het echter niet logisch om de realisatie van projecten tijdelijk stil te leggen in de hoop op dalende prijzen voor onderdelen—volgens de interviews zijn de prijzen voor bepaalde onderdelen voor wind op land projecten zelfs gestegen. Verder zijn in het voortraject al veel kosten gemaakt ter voorbereiding van de subsidieaanvraag en exploitatielocatie. Een zo snel mogelijke realisatie is daarom juist wenselijk.
- De realisatiesnelheid van **groen gas en zon warmte** projecten zijn breder verspreid over de hele realisatietermijn. Uit interviews en de enquête blijkt dat de maximale realisatietermijn over het algemeen als voldoende wordt beschouwd en vertragingen alleen incidenteel optreden met project-specifieke redenen. Ook lijkt op basis van ontwikkelingen van de basisbedragen voor deze techniekcategorieën geen reden te zijn om realisatie bewust te vertragen.

³² Projecten kunnen onder bepaalde voorwaarden maximaal één jaar uitstel na de realisatietermijn krijgen.

Figuur 2-17 Aandeel van het aantal gerealiseerde projecten per tijdvak voor de realisatiesnelheid per techniekcategorie.



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

NB: Deze grafieken tonen de status op 24 augustus 2021. De grafieken voor de techniekcategorieën waterkracht en afval zijn niet getoond vanwege het beperkt aantal aanvragen.

Sommige wind op land en geothermie projecten zijn zelfs voor beschikking gerealiseerd door projectontwikkelaars, wat projecten met een laag financieel risico waren.

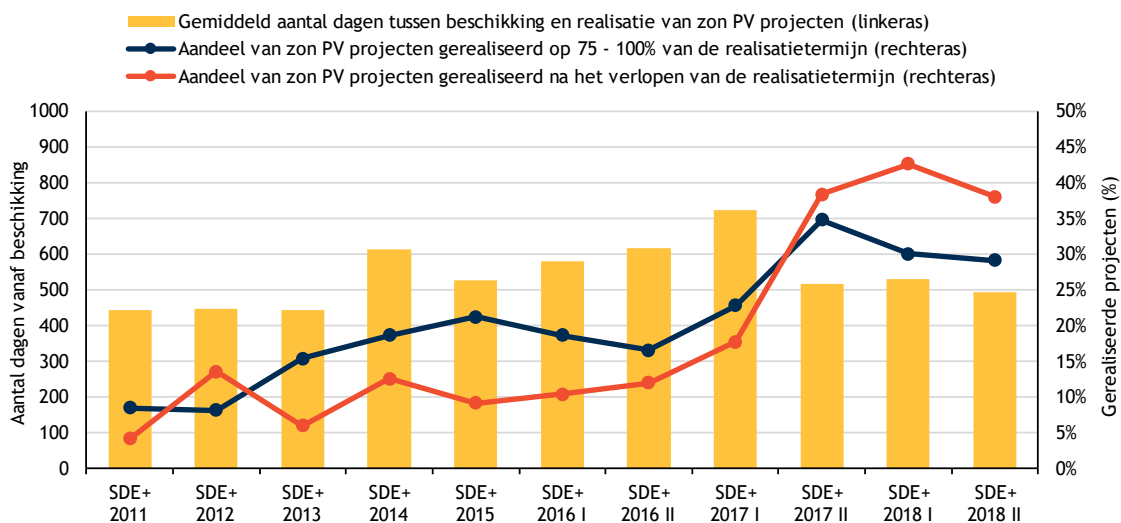
Uit interviews blijkt dat voor wind op land projecten dit vooral kleine windturbines zijn die in combinatie met SDE+ aanvragen voor zon-PV-projecten bij boerderijen zijn ingediend. Bij sommige wind op land projecten was realisatie zonder SDE+ subsidie door deze combinatie zelfs al rendabel, waardoor projectontwikkelaars geen risico hadden ongeacht of de wind op land projecten beschikt zouden zijn. Deze projecten beslaan echter minder dan 0,1% van de productie van gerealiseerde wind op land projecten. Ook de wind op land projecten die vrij kort na de beschikking gerealiseerd zijn betreffen relatief kleine projecten; vrijwel alle grote wind op land projecten hebben een groot deel of zelfs de volledige realisatietermijn nodig. Bij geothermie zijn enkele projecten die in 2012 waren ingediend voor beschikking of kort daarna gerealiseerd. Uit interviews blijkt dat dit projecten van projectontwikkelaars waren die al in ontwikkeling waren en menen hun aanvraag goed voorbereid te hebben, waardoor ze het risico durfden te nemen om hun project voor subsidiebeschikking te realiseren. Aangezien de basisbedragen van geothermie relatief laag zijn (zie sectie 3.2.2), dienden projectontwikkelaars hun aanvragen in de eerdere fases van een subsidieronde in. Hiermee was het risico op afwijzing door budgetuitputting kleiner. De snelle realisatie van geothermie projecten is echter een tijdelijk fenomeen geweest. In interviews en de enquête geven de meeste respondenten juist aan dat de realisatietermijn voor geothermie te kort is. Desondanks kan realisatie voordat een subsidieaanvraag is beschikt ook

betekenen dat het project ook gerealiseerd zou zijn zonder de SDE+ subsidie. Dit zou kunnen wijzen op mogelijke oversubsidiëring, waar verder op in is gegaan in Sectie 3.2.

De jaarlijkse realisatiesnelheid van zon-PV-projecten laat zien dat het inkorten van de realisatietermijn de ruimte voor speculatiegedrag weliswaar heeft verminderd, maar tegelijkertijd voor veel projecten te krap is geworden. Figuur 2-18 toont de gemiddelde realisatiesnelheid van zon-PV-projecten op basis van de ronde waarin ze zijn beschikt. Ook is het aandeel van de zon-PV-projecten dat net voor of na de uiterste datum voor ingebruikname is gerealiseerd weergegeven. In Figuur 2-18 is te zien dat vóór SDE+ ronde 2017 II het gemiddelde aantal dagen tussen beschikking en realisatie een oplopende trend vertoont. Dit komt doordat een steeds groter aandeel van de projecten net voor of na de uiterste datum gerealiseerd worden. Dit lijkt erop te wijzen dat de realisatie van een steeds groter aandeel van de projecten zo veel mogelijk is uitgesteld om optimaal gebruik te maken van de dalende kosten voor zon-PV (de prikkel om hiervan gebruik te maken is in Hoofdstuk 3 verder onderzocht).

Vanaf SDE+ ronde 2017 II—de ronde waarin de realisatietermijn voor zon op dak projecten van < 1 MWp ingekort is van 3 naar 1,5 jaar—ontstaat een trendbreuk. Het gemiddeld aantal dagen tussen beschikking en realisatie neemt met ongeveer een half jaar af. Tegelijkertijd neemt het aandeel projecten dat net voor het einde of net na het einde van de realisatietermijn gerealiseerd wordt substantieel toe. Doordat de looptijd van de subsidie niet mee schuift met het verleende uitstel voor de realisatietermijn, kan het financieel minder aantrekkelijk zijn om pas na de uiterste datum het project te realiseren. Dit lijkt er daarom op te wijzen dat de toename in realisatie na de uiterste realisatiedatum het gevolg is van een te krappe realisatietermijn. Dit komt overeen met de bevindingen uit de interviews, de enquête en het eerdere onderzoek over zon-PV³¹. Hierbij zijn krapte op de markt voor montageteams, de groei van zon-PV-projecten o.a. door de toename van SDE+ beschikkingen voor zon-PV, vertragingen in het aansluiten op het net door netbeheerders, aanpassingen die nodig zijn voor het dak en recentelijk vertragingen in de levering van benodigde onderdelen door Covid-19 benoemd als factoren die realisatie binnen de realisatietermijn van 1,5 jaar bemoeilijken.

Figuur 2-18 Ontwikkeling van de realisatiesnelheid van zon-PV-projecten over de looptijd van de regeling.



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

Deze grafiek toont de status op 24 augustus 2021. De waarden vanaf SDE+ ronde 2019 I zijn niet in de grafiek getoond, omdat de realisatietermijn van de meeste projecten nog niet is verstreken. Het aantal dagen tussen beschikking en realisatie en het aandeel zon-PV-projecten dat vanaf SDE+ ronde 2019 I is beschikt en na de uiterste datum worden gerealiseerd nog oplopen. Dit geldt ook voor de waarden voor SDE+ ronde 2019 I waar ook nog te realiseren projecten zijn, maar in mindere mate.

Uiteindelijk heeft een te late realisatie van projecten een negatief effect op de doeltreffendheid van de regeling, omdat de opwekking van hernieuwbare energie is vertraagd. Ook vergroot uitstel het risico op non-realisatie, omdat onvoorziene omstandigheden er alsnog toe kunnen leiden dat de realisatietermijn niet wordt gehaald en de subsidie wordt ingetrokken. Een snelle realisatie daarentegen leidt tot een hardere groei van hernieuwbare energieproductie, waardoor de energiemix sneller wordt vergroend en het behalen van doelstellingen voor hernieuwbare energie en emissiereductie dichterbij brengt. Uit de analyse zijn er echter geen aanwijzingen dat de realisatie van projecten bewust worden vertraagd sinds de realisatietermijn voor kleine zon-PV-projecten is ingekort.

2.2.3 Productiefase

In 2020 is door onderproductie in totaal maximaal 10 TWh minder hernieuwbare energie opgewekt dan door de SDE+ gesubsidieerd had kunnen worden. Dit betekent dat er in 2020 35% minder hernieuwbare energie is opgewekt dan waarvoor subsidie is gereserveerd voor projecten die al gerealiseerd zijn. Indien deze projecten 100% van de maximaal subsidiabele productie in 2020 hadden geproduceerd, dan was de hernieuwbare energieproductie door SDE+ projecten in 2020 52% hoger geweest. Tegelijkertijd heeft een deel van de gerealiseerde projecten meer hernieuwbare energie opgewekt dan waar in principe subsidie voor wordt afgegeven, wat optelt tot 1 TWh in 2020. Door *forward banking*³³ en *backward banking*³⁴ kan deze overproductie echter (deels) worden ingezet in een ander jaar waar onderproductie optreedt. Dit biedt meer flexibiliteit aan projecten en neemt de prikkel om overproductie af te knippen wanneer de maximaal subsidiabele productie voor een bepaald jaar bereikt is deels weg. Dit is met name relevant bij technieken waarbij significante operationele kosten optreden, zoals biomassa en groen gas. In 2020 was er bijvoorbeeld bij 18% van de gerealiseerde biomassaprojecten sprake van overproductie. Deze flexibiliteit rondom overproductie hebben daarmee een positieve invloed op de doeltreffendheid van de regeling, maar kunnen de onderproductie die plaats heeft gevonden bij lange na niet compenseren. Bij het bepalen van het openstellingsbudget is echter al rekening gehouden met een mate van onderproductie, dus deze onderproductie staat niet per definitie gelijk aan een verminderde doeltreffendheid (zie ook Box 2-1).

De onderproductie van zon-PV-projecten is over de tijd sterk afgenomen doordat de zon-PV-markt steeds volwassener is geworden en de maximaal mogelijke productie steeds beter is ingeschat.

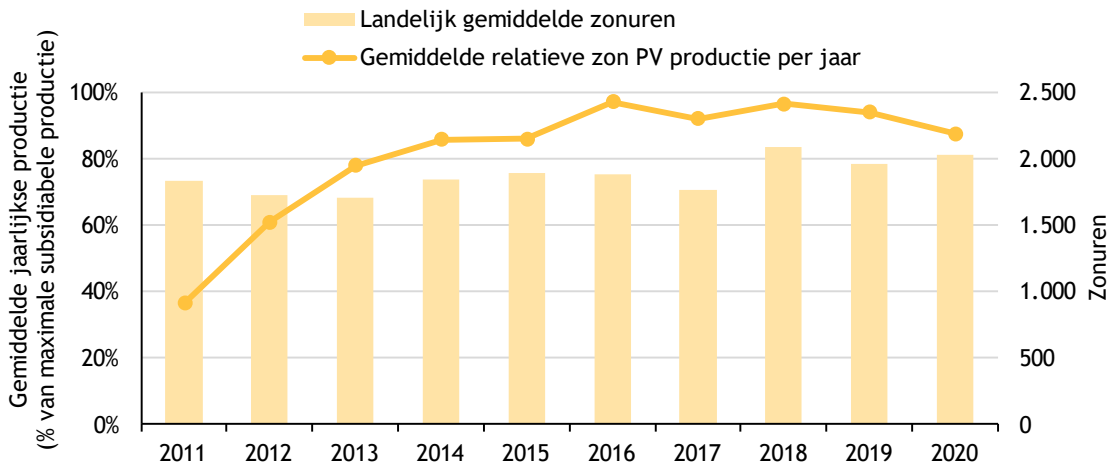
Figuur 2-19 laat zien dat de gemiddelde jaarlijkse productie van gerealiseerde projecten als percentage van de maximale subsidiabele productie voor zon-PV over de tijd substantieel is toegenomen tot tussen 86% en 97%. Deze toename in relatieve productie valt samen met de groei in het aantal en de grootte van zon-PV-projecten. In het eerdere onderzoek over vrijval in zon-PV³¹ waren de voornaamste redenen voor onderproductie namelijk dat er te weinig zonnepanelen op het dak paste of dat de dakconstructie niet sterk genoeg was voor alle zonnepanelen. Daarnaast zijn vanaf SDE+ ronde 2016 I de vollasturen waarmee de maximale subsidiabele productie van zon-PV-projecten zijn bepaald gedaald van 1000 uur naar 950 uur. Dit leidt ertoe dat de maximaal subsidiabele productie van projecten die vanaf 2016 zijn beschikt dalen en daarmee beter aansluiten op de werkelijke productie. Vervolgens komen tussen 2016 en 2019 de fluctuaties in onderproductie overeen met de trend in het landelijk gemiddelde zonuren per jaar zoals in Figuur 2-19 is te zien. Dit komt overeen met de enquêteresultaten waarin de voornaamste redenen voor onderproductie een tekort aan zonuren is. De toename van onderproductie in 2020 is veroorzaakt door vertraging in de realisatie van projecten, waardoor er in dat jaar te weinig energie

³³ Het meenemen van productie boven de maximaal subsidiabele productie in een bepaald jaar om in een later jaar in te zetten wanneer de maximaal subsidiabele productie niet is gebruikt. Dit is gemaximeerd op 25% van de subsidiabele jaarproductie.

³⁴ Het inhalen van de niet benutte subsidiabele jaarproductie in latere jaren.

opgewekt kon worden; van de zo'n 3400 zon-PV-projecten die na hun uiterste datum voor in gebruik name zijn gerealiseerd, lag de uiterste realisatiedatum voor ongeveer de helft van deze projecten in 2020. Dit komt overeen met de bevindingen m.b.t. de realisatiesnelheid in Sectie 2.2.2, waarbij de realisatietermijn van 1,5 jaar als krap wordt beschouwd en recentelijk vertragingen in de levering van benodigde onderdelen door Covid-19 tot nog meer late realisatie heeft geleid. Verder speelt de degradatie van zonnepanelen over hun levensduur—wat leidt tot een lager rendement—ook een rol in de daling van productie in de latere jaren.

Figuur 2-19 Gemiddelde jaarlijkse productie als percentage van de maximaal subsidiabele productie van gerealiseerde projecten voor zon-PV-projecten en de landelijke gemiddelde zonuren.



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek) voor productie, KNMI voor zonuren.

Wind op land projecten tonen slechts een beperkte mate van onderproductie, waarbij

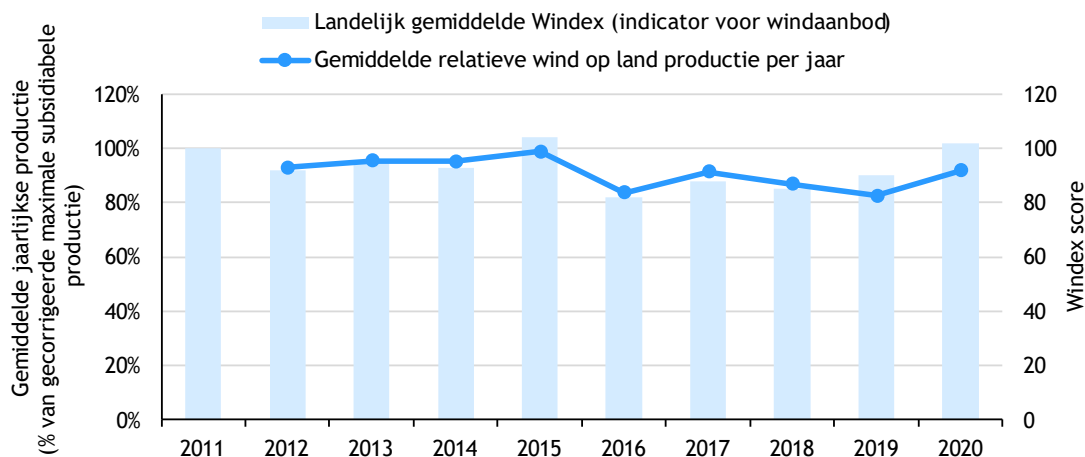
onderproductie gerelateerd is aan de fluctuaties in het windaanbod. Figuur 2-20 laat zien dat de

gemiddelde jaarlijkse productie van gerealiseerde projecten als percentage van de maximale subsidiabele productie tussen 82% en 99% fluctueert en met het windaanbod meebeweegt. Hierbij is de gemiddelde jaarlijkse productie als percentage van de maximale subsidiabele productie gecorrigeerd voor de *windfactor* van 1,25.³⁵ Zonder correctie zou de maximale subsidiabele productie van deze projecten een factor 1,25 lager liggen en daarmee de relatieve gemiddelde jaarlijkse productie een factor 1,25. Hierdoor zou het lijken alsof er sprake was van overproductie—dus dat er meer energie is geproduceerd dan waar subsidie voor is afgegeven—terwijl dit alleen door de windfactor komt. De windfactor is van toepassing op het beschikte basisbedrag en de maximaal subsidiabele vollasturen van projecten die in de SDE+ rondes 2011 t/m 2014 en sommige projecten in SDE+ 2015 ronde onder een overgangsregeling zijn beschikt. Vanaf SDE+ ronde 2015 is de windfactor afgeschaft en was *banking* voor wind op land projecten ingevoerd. Daarnaast is in de loop van de jaren winddifferentiatie steeds verder doorgevoerd (zie Sectie 3.2.3), waarbij vanaf SDE+ ronde 2015 het maximumbedrag waarvoor subsidie kan worden aangevraagd afhangt van de windsnelheid van de gemeente waarin het project wordt gerealiseerd. In Figuur 2-20 toont alleen het jaar 2019 een afwijkende trend t.o.v. het windaanbod. Dit komt doordat een aantal grote projecten die in dat jaar in gebruik zouden moeten worden genomen te

³⁵ In een extreem jaar kan de windopbrengst tot wel 20% afwijken van de verwachte gemiddelde windopbrengst. Om te voorkomen dat projecten minder subsidie krijgen dan noodzakelijk is om het rendabel te kunnen uitvoeren, is het basisbedrag waartegen het project is beschikt vermenigvuldigd met een correctiefactor van 1,25 (= 1/80%). Deze correctiefactor is de windfactor. De windfactor wordt ook gebruikt bij het vaststellen van de basiselektriciteitsprijs en de correctiebedragen. De maximaal subsidiabele productie is vervolgens beperkt tot 80% van de maximale vollasturen, zodat het totale subsidiebedrag ongewijzigd blijft.

laat zijn gerealiseerd. Dit is echter slechts een tijdelijk effect en in 2020 volgt de gemiddelde productie t.o.v. de maximale subsidiabele productie weer het windaanbod.

Figuur 2-20 Gemiddelde jaarlijkse productie als percentage van de maximaal subsidiabele productie (gecorrigeerd voor de windfactor) van gerealiseerde projecten voor wind op land projecten en de landelijke gemiddelde wind index (Windex).



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek), Windunie voor Windex.

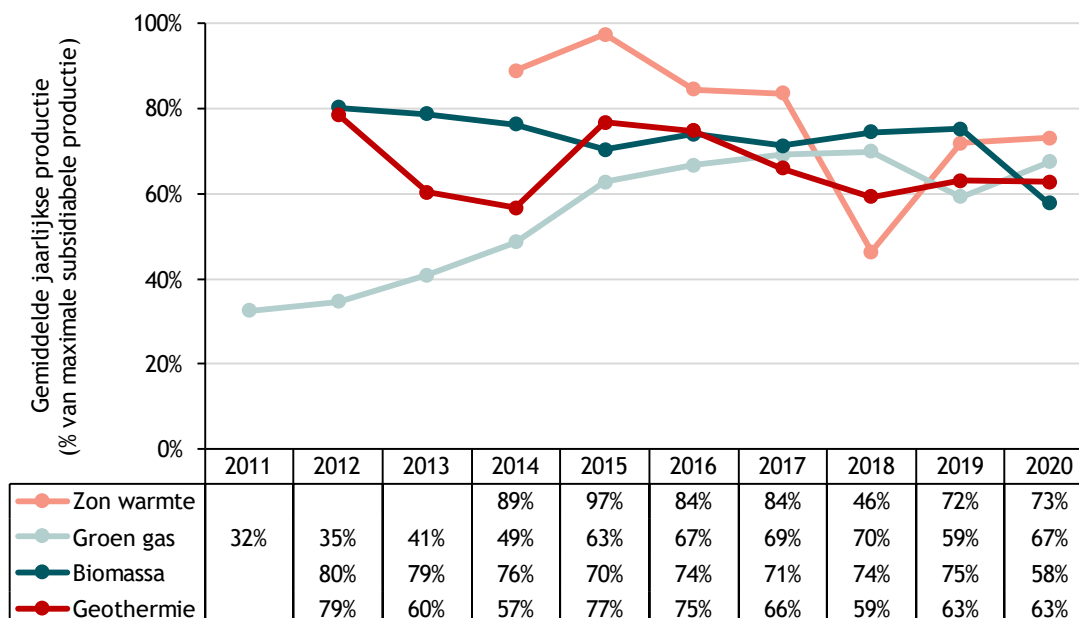
NB: Windex is een indicator voor het windaanbod (i.e. hoe hard het waait) in een bepaalde periode t.o.v. een referentiewaarde gebaseerd op het windaanbod tussen 1996 en 2015, waarbij een hoge Windex score gelijk staat aan een hoog windaanbod. In 2011 was er nog geen wind op land project onder de SDE+ gerealiseerd. De maximaal subsidiabele productie van projecten die in de SDE+ rondes 2011 t/m 2014 en de overgangsregeling in SDE+ ronde 2015 zijn beschikt is gecorrigeerd voor de windfactor.

In de andere techniekcategorieën is ook sprake geweest van onderproductie met verschillende oorzaken. Figuur 2-21 toont de gemiddelde jaarlijkse productie van gerealiseerde projecten als percentage van de maximale subsidiabele productie van de overige projecten, waarbij per techniekcategorie de volgende observaties gemaakt kunnen worden:

- **Zon warmte:** de gemiddelde onderproductie in projecten is over de jaren heen steeds groter geworden met een piek in onderproductie in 2018. Deze licht toenemende onderproductie is vooral veroorzaakt door een toename van projecten die vooral in het eerste jaar een hogere mate van onderproductie kennen en geleidelijk meer produceren. Deze opstartfase voor projecten is ook de verklaring voor de piek in onderproductie in 2018. Deze is veroorzaakt door één groot project dat in 2018 is gerealiseerd en in dat jaar ongeveer een kwart van de totale productie in de techniekcategorie zon warmte besloeg. In de enquête was onvoldoende zonlicht als voornaamste reden voor onderproductie genoemd, gevolgd door technische problemen zoals vervuiling aan de lamellen.
- **Groen gas:** de onderproductie in de loop van de jaren is geleidelijk afgenomen. Uit de individuele projectgegevens blijkt dat veel groen gas projecten voornamelijk in de eerste jaren van realisatie te maken hebben met een sterke onderproductie. Dit kan een indicatie zijn dat veel projecten een leercurve doormaken. Ook is de onderproductie bij grote projecten gemiddeld genomen minder dan bij kleine projecten. In de enquête geven de meeste respondenten aan dat de onderproductie voornamelijk wordt veroorzaakt door onvoldoende beschikbaarheid van inputstromen om groen gas te produceren. Ook te dure inputstromen, inputstromen die tot minder biogas dan verwacht leiden, en lagere marktprijzen waardoor productie minder economisch is geworden zijn als redenen genoemd voor de onderproductie.

- **Biomassa:** de mate van onderproductie is relatief onveranderd over de jaren heen en de gemiddelde jaarlijkse productie als percentage van de maximale subsidiabele productie fluctueert tussen 70% en 80%. In de enquête wordt de afhankelijkheid van de energievraag als voornaamste reden genoemd voor onderproductie, gevolgd door te hoge variabele kosten en technische storingen. Alleen in 2020 lijkt er meer onderproductie te zijn, wat voornamelijk gerelateerd is aan een relatieve daling van de energieproductie in enkele grote bij- en meestook installaties. Deze installaties stoken biomassa met kolen (grotendeels) voor de productie van elektriciteit. Elektriciteitsproductie gegevens voor 2020 laten zien dat het verbruik van kolen in de elektriciteitsproductie substantieel is afgenomen, terwijl het aandeel hernieuwbaar hard is gegroeid bij ongeveer gelijkblijvende elektriciteitsverbruik.³⁶ Een deel van de groei in hernieuwbare elektriciteit komt door de groei van biomassa in elektriciteitsproductie, maar ook door de toename in wind en zon. Hierdoor is er meer elektriciteitsproductie van installaties die (deels) op fossiele brandstoffen draaien verdrongen, waaronder die van bij- en meestook installaties. Ook was er sprake van een grote storing bij twee grote bij- en meestook installaties, wat tot een lagere productie in 2020 heeft geleid.
- **Geothermie:** de onderproductie is relatief constant gebleven over de jaren heen. De distributie van de mate van onderproductie binnen deze techniekcategorie is breed verspreid, waar er zelfs bij enkele projecten sprake is van overproductie. De licht toenemende onderproductie vanaf 2015 is vooral toe te schrijven aan een toename aan projecten met een relatief hoge onderproductie. Ook zijn enkele projecten in de recentere jaren (tijdelijk) stilgelegd door technische problemen. Gezien het beperkt aantal gerealiseerde geothermie projecten zijn de effecten hiervan duidelijker zichtbaar in Figuur 2-21.

Figuur 2-21 Gemiddelde jaarlijkse productie als percentage van de maximaal subsidiabele productie van gerealiseerde projecten per jaar voor de techniekcategorieën zon warmte, groen gas, biomassa en geothermie



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

NB: De resultaten voor categorieën waterkracht en afval zijn niet getoond vanwege het beperkt aantal aanvragen.

³⁶ CBS (2021). *Elektriciteitsproductie stijgt in 2020 naar recordhoogte*. Beschikbaar op: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/09/elektriciteitsproductie-stijgt-in-2020-naar-recordhoogte>.

Over de looptijd van de regeling zijn er al maatregelen genomen om onderproductie te reduceren, maar onderproductie is deels ook het resultaat van het ontwerp van de regeling en daarom niet per se een goede maatstaf voor doeltreffendheid. Uit de bovenstaande analyse blijkt dat een deel van de onderproductie gerelateerd is aan projecten die een opstartfase met lagere productie ondergaan of projecten die na de uiterste datum voor in gebruik name zijn gerealiseerd. Deze onderproductie is slechts van tijdelijke aard en wordt vanzelf opgelost in de vervolgjaren. Vervolgens zijn er techniekcategorieën waarbij de productie afhankelijk is van natuurlijke factoren zoals zon-PV en wind op land. Hiervoor zijn wijzigingen in de manier van subsidiebepaling gemaakt om de werkelijke productie beter aan sluiten op de maximaal subsidiabele productie zoals te zien is in Figuur 2-21. Ten slotte zijn er techniekcategorieën waarbij de productie afhankelijk van de markt—bijvoorbeeld de warmtevraag in geothermie projecten en prijzen of beschikbaarheid van inputstromen in groen gas en biomassa projecten. De maximale subsidiabele productie wordt bepaald op basis van vaste waarden voor vollasturen waar subsidie verkregen kan worden, terwijl de werkelijke vollasturen per project zullen verschillen. Als de maximaal subsidiabele vollasturen te laag zouden worden ingeschat, zou dit de business case voor sommige projecten verslechteren. Aangezien subsidie alleen voor de werkelijke productie wordt uitgekeerd, hoeft een te hoge inschatting van de maximaal subsidiabele vollasturen geen afbreuk te doen aan de doeltreffendheid van de regeling.³⁷ In het bepalen van het budget per SDE+ ronde is namelijk rekening gehouden met een mate van onderproductie. Voor deze marktafhankelijke techniekcategorieën is onderproductie daarom niet per se een goede maatstaf voor de doeltreffendheid van de regeling.

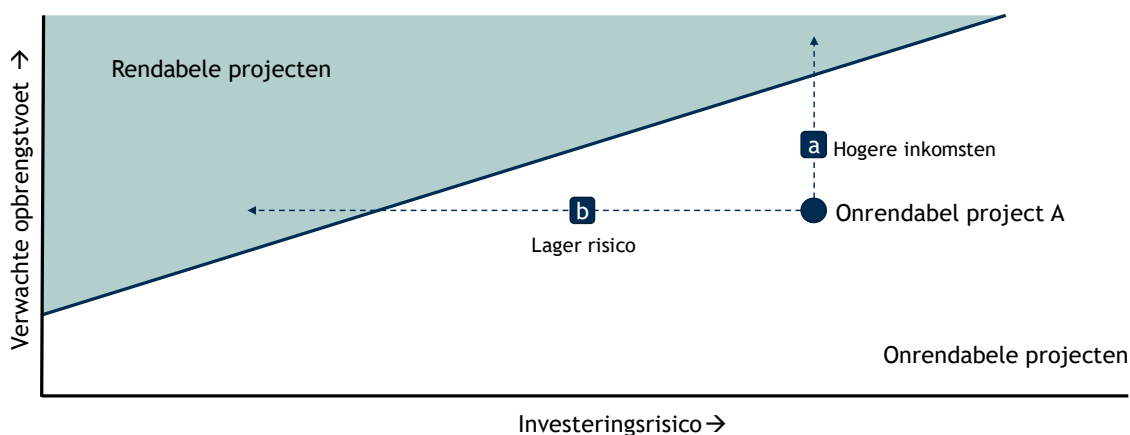
2.3 Additionaliteit

Onder additionaliteit verstaan we de mate waarin de SDE+ ervoor heeft gezorgd dat er hernieuwbare energieproductie is gerealiseerd die anders niet tot stand was gekomen. Als een project met behulp van de SDE+ is gerealiseerd terwijl het ook zonder SDE+ gerealiseerd had kunnen worden, dan draagt de regeling niet bij aan extra hernieuwbare energieproductie, maar gaat het wel ten koste van het totale subsidiebudget. Door de ondersteuning van dit project kan de SDE+ niet worden gebruikt voor projecten die niet zonder de SDE+ gerealiseerd kunnen worden. Door dit mechanisme is additionaliteit direct gerelateerd aan de doeltreffendheid van de regeling. Daarnaast veroorzaakt het ondersteunen van projecten die ook zonder de SDE+ zouden zijn gerealiseerd tot overwinsten. Overwinsten worden in sectie 3.2.4 behandeld.

De SDE+ beoogt additionele projecten te realiseren door het projectrendement te verbeteren en marktrisico's af te dekken. Projecten zijn rendabel als de verwachte opbrengsten (de interne opbrengstvoet: IRR) boven de minimale rendementseis ligt voor een gegeven risicoprofiel. Zoals weergegeven in Figuur 2-22 zijn er in essentie twee manieren waarop de SDE+ een initieel onrendabel project over de streep kan trekken en rendabel kan maken. Enerzijds verhoogt de SDE+ de verwachte IRR doordat het tot extra inkomsten leidt (A). Anderzijds absorbeert de SDE+ marktrisico's doordat de SDE+ vergoeding mee ademt met de marktprijs (B). Door de verminderde blootstelling aan marktrisico's verlaagt de SDE+ de minimale IRR die tot een positieve investeringsbeslissing leidt.

³⁷ Een te hoge inschatting van de maximale vollasturen kan er echter wel toe leiden dat een te laag maximaal basisbedrag wordt vastgesteld, aangezien de vollasturen onderdeel zijn van de berekening van het maximale basisbedrag dat wordt gehanteerd in een subsidieronde. Dit kan weer wel een negatieve impact hebben op de doeltreffendheid van de regeling als het lage basisbedrag ertoe leidt dat voor sommige projecten met substantieel lagere vollasturen de business case niet sluitend gemaakt kan worden.

Figuur 2-22 De invloed van de SDE+ op de rentabiliteit van een project.



Bron: Cambridge Econometrics, E3M, Trinomics (te verschijnen). Study on the Macroeconomics of the Energy Union.

Tot en met 2019 zouden vrijwel alle SDE+ projecten onvoldoende rendabel zijn geweest om onder marktcondities gefinancierd te worden. Dit wordt geconcludeerd op basis van de resultaten van de tussentijdse evaluatie van de SDE+ uit 2016 en de simulatie van de rentabiliteit zonder SDE+ op basis van de exploitatieberekeningen die is uitgevoerd in dit onderzoek. Hierbij is de redenatie dat de SDE+ niet additioneel is als de projectrentabiliteit (IRR) zonder SDE+ inkomsten boven de minimale rendementseisen ligt (zie Box 2-2 voor een samenvatting van de methode en de appendix voor een uitgebreide toelichting). Uit de tussentijdse evaluatie blijkt dat de gemiddelde IRR zonder SDE+ negatief zou zijn geweest voor zon- en windprojecten in de periode 2014-2015. Voor biomassa-projecten werd weliswaar een positieve gemiddelde IRR geschat, maar met 2% lag deze ruim onder de minimale rendementseisen waardoor ook het gemiddelde biomassa-project niet rendabel zou zijn geweest zonder SDE+.³⁸ Zoals weergegeven in Figuur 2-23 was ook in de periode 2016-2019 het aandeel SDE+ projecten dat zonder SDE+ rendabel zou zijn geweest zeer beperkt; 2-3% van de projecten in de dataset heeft een IRR van ten minste 4% zonder SDE+. Minimale rendementseisen verschillen per project op basis van risico's en financieringskosten. In de periode tot en met 2019 varieerden de minimale rendementseisen van 3,9% (zon-PV) tot 6,1% (biomassa). Dit impliceert dat het overgrote deel van de projecten tot en met 2019 niet gefinancierd zou zijn onder marktcondities.

Box 2-2 Samenvatting van de dataset en methode van de simulatie van de rentabiliteit zonder SDE+.

Iedere SDE+ indiening dient gepaard te gaan met een exploitatieberekening. RVO gebruikt deze berekeningen om non-realiserende te gaan: als de berekende IRR te laag is kan RVO besluiten het project niet te beschikken. RVO heeft de 4.415 bestanden met exploitatieberekeningen met het onderzoeksteam gedeeld. Na het verwijderen van gecorrumpeerde bestanden, bijlagen en duplicaten bleven 2.354 bestanden over. De rentabiliteit zonder SDE+ werd vervolgens gesimuleerd door de IRR te berekenen zonder inkomsten uit de SDE+.

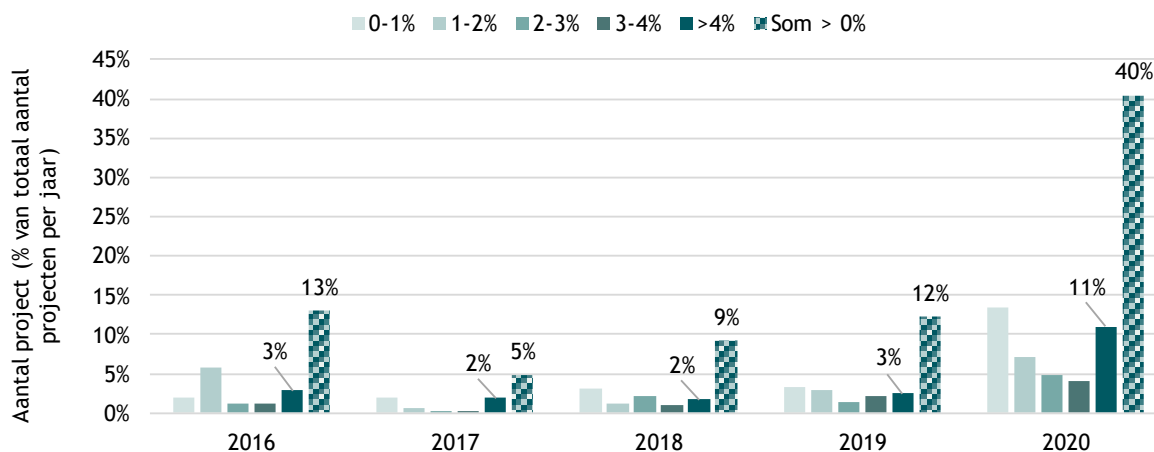
In een aantal gevallen is een project dermate onrendabel zonder SDE+ dat er geen IRR kan worden berekend. Om deze projecten toch als onrendabel mee te nemen in de analyse is bij deze gevallen een IRR van -10.000% ingevuld (de waarde heeft geen invloed op de resultaten). Bij de vergelijking tussen de IRR zonder SDE+ en de minimale rendementseisen is gewerkt met de WACC-waarden uit de eindadviezen van PBL en ECN. Voor de biomassa-WACC is hierbij gewerkt met de gemiddelde WACC van alle biomassacategorieën.

³⁸ CE Delft en SEO economisch onderzoek (2016). [Evaluatie van de SDE+-regeling](#).

In 2020 is er voor het eerst een substantieel aandeel projecten waarbij de verwachte rentabiliteit hoger is dan de minimale rendementseisen van marktinvesteerders. De simulatie van de rentabiliteit zonder SDE+ op basis van de exploitatieberekeningen toont een stijgende lijn in het aantal projecten dat zonder SDE+ inkomsten een positieve IRR zou hebben gerealiseerd. Zoals weergegeven in Figuur 2-23 neemt het aandeel projecten met een positieve IRR zonder SDE+ toe van 4% in 2017 naar 40% in 2020. Daarnaast is het aandeel van projecten met een rentabiliteit van tenminste 4% gestegen van gemiddeld 3% in 2016-2019 naar 11% in 2020.

In vergelijking met de gangbare rendementseisen per techniek zou in 2020 bij 15% van de projecten het verwachte rendement zonder SDE+ voldoende hoog zijn geweest om tot een positieve investeringsbeslissing over te gaan. In de periode 2016-2019 geldt dat voor slechts 1-3% van SDE+ projecten. Hierbij zijn de minimale rendementseisen gebaseerd op de gewogen gemiddelde kapitaalkosten (WACC) uit de eindadviezen voor de SDE+ van PBL en ECN.

Figuur 2-23 Aandeel van projecten in beheer met een positieve interne projectrentabiliteit (IRR) zonder SDE+.



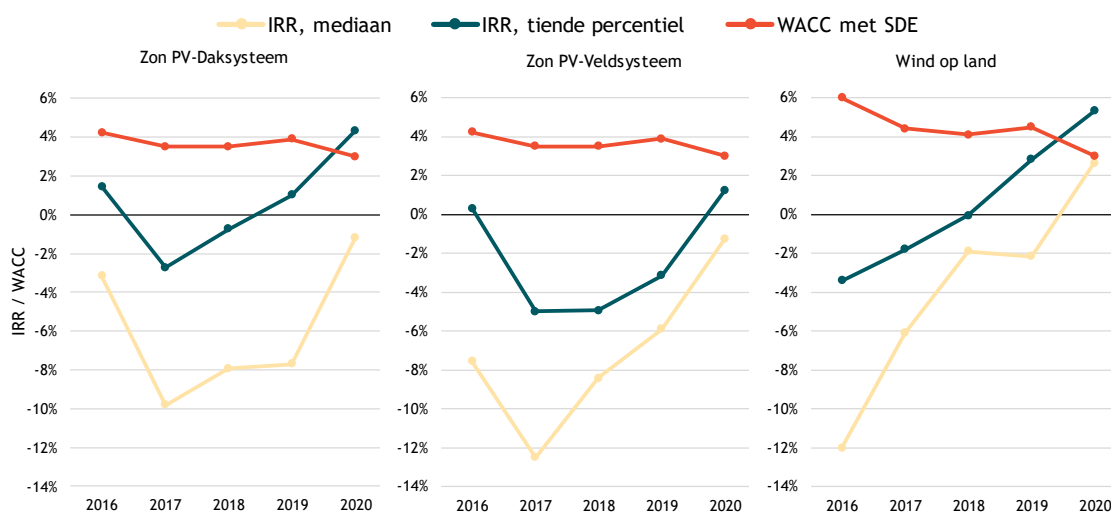
Bron: Trinomics o.b.v. exploitatieberekeningen RVO (2021, niet publiek).

Met name voor dakgebonden zon-PV en wind op land projecten zijn de rendementen zonder SDE+ subsidie in toenemende mate voldoende hoog voor investeerders. Figuur 2-24 laat de ontwikkeling zien van de rentabiliteit zonder SDE+ voor het doorsnee project (de mediaan), de rentabiliteit van de het tiende percentiel wat betreft de hoogte van de IRR, en de minimale rendementseisen. Voor zowel dakgebonden zon-PV, veldgebonden zon-PV en wind op land zien we een neerwaartse trend in de WACC en een opwaartse trend in de IRR zonder SDE+. De afname in de minimale rendementseisen tussen 2016 en 2020 wordt veroorzaakt door een combinatie van verminderde investeringsrisico's en de lage rentestand. De toename in de IRR zonder SDE+ wordt grotendeels verklaard door een afname in investeringskosten. Daarnaast laat de figuur zien dat de rentabiliteit van het doorsnee project zonder SDE+ onder de minimale rendementseisen blijft, waardoor het doorsnee project niet onder marktcondities zou worden gerealiseerd. Figuur 2-24 laat ook verschillen tussen technieken zien. Zo is de rentabiliteit zonder SDE+ van dakgebonden zon-PV hoger dan de IRR van veldgebonden zon-PV. Daarnaast geldt voor dakgebonden zon-PV en wind op land dat de IRR zonder SDE+ van de 10% meest rendabele projecten hoger is dan de WACC in 2020³⁹. Bij de 10% meest rendabele biomassa-projecten ligt de IRR zonder SDE+ meerdere jaren boven de minimale rendementseisen (gemiddelde IRR: 10%). In 2016 en 2017 ligt de IRR zonder SDE+ voor de meest rendabele biomassa-projecten zelfs ruim boven de

³⁹ De relatief hoge IRR in 2016 bij zon-PV wordt veroorzaakt door de relatief hoge marktprijs voor elektriciteit die destijds voor de gehele looptijd werd aangenomen.

minimale rendementseisen (gemiddeld 18%).⁴⁰ In de periode 2018-2020 schommelt de IRR zonder SDE+ rond de minimale rendementseisen. De relatief hoge IRR voor de meest rendabele projecten wordt verklaard door een grotere spreiding in projectparameters bij biomassa-projecten t.o.v. zon-PV en wind op land, waardoor er een groter aandeel van projecten is met een relatief hoge IRR zonder SDE+. Hiernaast gaf RVO aan dat er bij biomassa-projecten relatief frequent onrealistisch hoge inschattingen gemaakt worden wat betreft het verwachte aantal vollasturen. Bij dakgebonden zon-PV is het aantal projecten waarbij de rentabiliteit zonder SDE+ boven de minimale rendementseisen ligt gestegen van gemiddeld 4 projecten (1%) in 2016-2019 naar 57 (17%) in 2020. Voor wind op land is een vergelijkbare trend zichtbaar in de rentabiliteit zonder SDE+, hoewel het aantal projecten in de dataset beperkt is in 2020.⁴¹ De stijging in het totale aantal projecten waarbij de IRR zonder SDE+ boven de WACC ligt van gemiddeld 9 projecten in 2016-2019 naar 63 in 2019 kan dus worden verklaard door een relatief groot volume dakgebonden zon-PV met een IRR zonder SDE+ boven de WACC.

Figuur 2-24 Fictieve projectrentabiliteit (IRR) zonder SDE-subsidie mediaan en tiende percentiel (o.b.v. hoogste IRR) i.c.m. met de gewogen gemiddelde kapitaalkosten (WACC) o.b.v. exploitatieberekeningen tussen '16-'20.



Bron: Trinomics o.b.v. exploitatieberekeningen RVO (2021, niet publiek) & eindadviezen SDE+ '16-'20 (PBL en ECN).

Zonder SDE+ subsidie zou echter het risicoprofiel van de projecten zijn toegenomen, waardoor de minimale rendementseisen zou zijn gestegen en het overgrote deel van de projecten toch niet onder marktcondities gefinancierd had kunnen worden. Zoals geïllustreerd in Figuur 2-22 verbetert de SDE+ de businesscase van projecten niet alleen door het afdekken van de onrendabele top, maar ook door het beperken van de blootstelling aan marktrisico's. In een studie naar financieringskosten bij hernieuwbare energieprojecten concludeert Rabobank dat het verschil tussen de rente voor een lening bij projecten met een *Purchasing Power Agreement* (PPA) of een exploitatiesubsidie 1,2 procentpunt bedraagt.⁴² Deze hogere financieringskosten, in combinatie met een verwachte verschuiving in de verhouding vreemd en eigen vermogen corresponderen met een verhoging van de minimale rendementseisen van zo'n 2 procentpunten.⁴³ Hoewel het exacte effect van het niet verstrekken van

⁴⁰ Dit is gedeeltelijk te verklaren doordat er in 2016 meer draaiuren werden aangenomen voor biomassa-centrales, waardoor de inkomsten zonder SDE+ hoger zijn in 2016 dan in de jaren hierna.

⁴¹ Het aantal nieuwe wind op land projecten in beheer is afgenomen van 140 in 2019 naar 33 in 2020 (o.b.v. SDE+ projecten in beheer april 2021). In de dataset van exploitatieberekeningen bedraagt het een afname van 57 naar 7.

⁴² Rabobank (2020). [Renewable project finance: Can corporate PPAs replace renewable energy subsidies?](#)

⁴³ Op basis van een van de interviews lijkt het WACC-verschil kleiner te zijn bij bedrijfsfinanciering (i.p.v. projectfinanciering), maar er is meer onderzoek nodig om dit te bevestigen.

een SDE+ subsidie lastig te kwantificeren is, bevestigen de door ons geconsulteerde experts de risico mitigerende werking van de SDE+ en de daarbij horende lagere WACC t.o.v. projecten zonder SDE+.

Het is ook aannemelijk dat de rentabiliteit in de exploitatieberekeningen wordt overschat. De exploitatieberekeningen worden door RVO gebruikt om non-realiserende tegen te gaan. Als uit een exploitatieberekening blijkt dat de rentabiliteit met SDE+ dermate laag is dat de kans op non-realiserende hoog is dan kan dit een reden zijn om niet tot beschikking over te gaan. Hierdoor bestaat er een prikkel voor indieners om de projectrentabiliteit gunstig in te schatten, hetgeen kan leiden tot een positieve bias van de rentabiliteit en onderliggende parameters in de exploitatieberekeningen.

Daarnaast is het niet zeker dat de projecten die uiteindelijk rendabel genoeg bleken bij het moment van indiening tot ontwikkeling zouden zijn gekomen zonder de SDE+ subsidie. De onzekerheidsmarge in de rendementsverwachting is bij aanvang van het ontwikkelingsproces namelijk veel hoger. Voordat een project wordt ingediend bij RVO heeft al veel voorbereidingswerk plaatsgevonden. Bij aanvang van deze voorbereidingen is de onzekerheidsmarge over de verwachte rentabiliteit aanzienlijk hoger dan op het moment van indiening. Zonder uitzicht op de SDE+ zouden veel projecten waarschijnlijk niet aan de voorbereidingsfase begonnen zijn vanwege de onzekerheidsmarge in combinatie met de verwachte rentabiliteit. Dit geldt mogelijk ook voor een deel van de projecten waarbij de rentabiliteit zonder SDE+ op het moment van indiening boven de minimale rendementseisen bleek te liggen.

Anderzijds blijkt dat er ook projecten bestaan waarbij de SDE+ subsidie niet als essentieel werd gezien bij de investeringsbeslissing. Op basis van de inzichten uit interviews met experts en enquêteresultaten⁴⁴ blijkt dat een aantal projecten mogelijk zou zijn gerealiseerd zonder SDE+. Zo zou 23% van de respondenten op de enquête zonder de SDE+ hebben overwogen (een deel van hun) projecten te ontwikkelen. Daarnaast onderschrijft een klein deel (16%) van de respondenten dat het belang van de SDE+ voor de projectrealisatie de laatste vijf jaar is afgenomen. Anderzijds geeft de enquête enkel voor zon-PV-projecten een indicatie dat een klein percentage van rond de 5% van de niet-beschikte projecten later alsnog zou zijn gerealiseerd zonder SDE+. Bij andere technieken lijkt het aantal gerealiseerde projecten zonder SDE+ verwaarloosbaar of nul. Mogelijke verklaringen die genoemd worden voor projecten die zonder SDE+ subsidie gerealiseerd worden zijn het streven naar verduurzaming van de bedrijfsvoering (en een duurzaam imago) en lokaal zeer gunstige randvoorwaarden waardoor de rentabiliteit ook zonder subsidie voldoende hoog is.

Alles overwegende concluderen we dat de SDE+ in de overgrote meerderheid van de projecten additioneel is geweest in de periode 2011-2020. Wel is de additionaliteit door kostenreducties en leereffecten afgenomen in de loop der jaren. In 2020 was er voor het eerst een niet-verwaarloosbaar aandeel projecten waarbij de SDE+ mogelijk niet additioneel was. Dit blijkt uit de simulatie van de rentabiliteit zonder SDE+, in combinatie met aanvullende informatie uit interviews en de enquête. Voor de meerderheid van projecten geldt dat de rentabiliteit zonder SDE+ onder de minimale rendementseisen zou hebben gelegen waardoor projecten zonder SDE+ inkomsten niet zouden zijn gefinancierd onder marktcondities. Bovendien zouden de minimale rendementseisen hoger zijn

⁴⁴ Relevante enquêtestellingen: Zonder de mogelijkheid om een SDE+ subsidie aan te vragen zou mijn organisatie niet hebben overwogen om in de betreffende duurzame technologie te investeren”: 15% oneens/helemaal oneens. Ook zonder beschikking van de SDE+ subsidie zou mijn organisatie overwegen (een deel van) de aangevraagde projecten te realiseren: 23% eens/helemaal eens. Het belang van de SDE+ subsidie voor de realisatie van projecten van mijn organisatie is in de laatste 5 jaar afgenomen: 16% eens/helemaal eens.

geweest zonder SDE+ vanwege de toename in blootstelling aan marktrisico's en is het niet ondenkbaar dat er een positieve bias zit in de rentabiliteit in de exploitatierekeningen. Hiernaast zou waarschijnlijk ook een deel van de uiteindelijk voldoende rendabele projecten überhaupt niet tot ontwikkeling zijn gekomen bij afwezigheid van het vooruitzicht op extra inkomsten en risicodekking door de SDE+. Aan de andere kant geldt dat rentabiliteit is toegenomen en dat de minimale rendementseisen zijn gedaald. Voor dakgebonden zon-PV geldt dat de IRR zonder SDE+ voor de 5% projecten met de hoogste rentabiliteit in 2020 twee procentpunten boven de minimale rendementseisen met SDE+ ligt, hetgeen doet vermoeden dat deze projecten ook zonder SDE+ financierbaar waren onder marktcondities. Bovendien blijkt uit de enquête en interviews dat zo'n 10-20% van de ontwikkelaars ook zou overwegen (een deel van) hun projecten zonder SDE+ te realiseren.

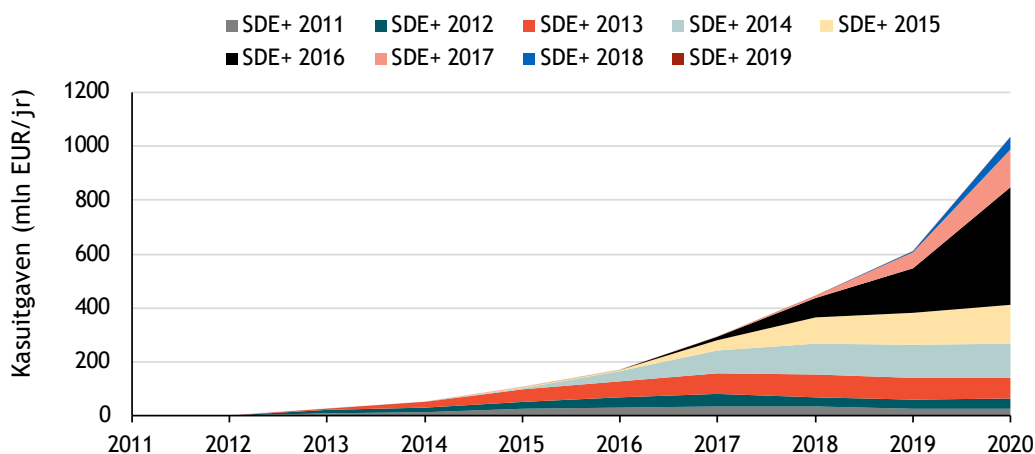
3 Evaluatie doelmatigheid

Bij de evaluatie van de doelmatigheid van de SDE+ beoordelen we of de geproduceerde hernieuwbare energie tegen een zo laag mogelijk subsidiebedrag geproduceerd wordt. Hierbij bekijken we eerst hoe de doelmatigheid zich ontwikkeld heeft op het niveau van de totale regeling door de verhouding tussen de totale kasuitgaven en de gerealiseerde hernieuwbare energieproductie te vergelijken met die van buurlanden. Vervolgens evalueren we in hoeverre het gelukt is om de uitgekeerde subsidies zo goed mogelijk aan te laten sluiten bij de subsidiebehoefte van de hernieuwbare energieprojecten. Hierbij komen verschillende mechanismen aan bod die beogen de regeling doelmatiger te maken, waaronder de mogelijkheid tot indiening in de vrije categorie, het zo nauwkeurig mogelijk bepalen van de basisbedragen en de opsplitsing van techniekcategorieën in subcategorieën. Hierna behandelen we de mogelijkheden om met behulp van een andere rangschikingsmethode de doelmatigheid van de regeling te verbeteren en beoordelen we of de uitvoeringskosten voor de overheid en de administratieve lasten voor de indieners in verhouding staan tot de subsidie uitgaven.

3.1 Kosten voor gerealiseerde hernieuwbare energieproductie

De kasuitgaven voor de SDE+⁴⁵ betroffen in 2020 €1,04 miljard (Figuur 3-1) en zullen naar verwachting nog toenemen als recent beschikte projecten gerealiseerd worden. De totale kosten van de projecten die tot nu toe in de SDE+ beschikt zijn zullen naar verwachting nog toenemen naar € 1,97 miljard in 2023, om daarna weer te dalen.⁴⁶ Echter, de totale uitgaven onder het uitgebreide SDE-instrument zullen naar verwachting alleen maar toenemen omdat er ook nog elk jaar nieuwe projecten onder de SDE++ bij zullen komen. De mate waarin de kasuitgaven toenemen zal ook afhangen van de prijsontwikkelingen in de energiemarkten, waarbij hoge energieprijzen voor een daling van de kasuitgaven kunnen zorgen.

Figuur 3-1 Jaarlijkse kasuitgaven aan SDE+ projecten die in de periode 2011-2020 beschikt zijn.



Bron: RVO (2021). Producties en uitgaven MEP SDE per regeling.

De gemiddelde gerealiseerde subsidie-intensiteit van de geproduceerde energie is gedurende de looptijd toegenomen van 23.9 €/MWh in 2011 naar 42.6 €/MWh in 2020 (Figuur 3-2). De subsidie-intensiteit is sterk toegenomen tussen 2014 en 2017 en is sindsdien relatief constant gebleven. In de

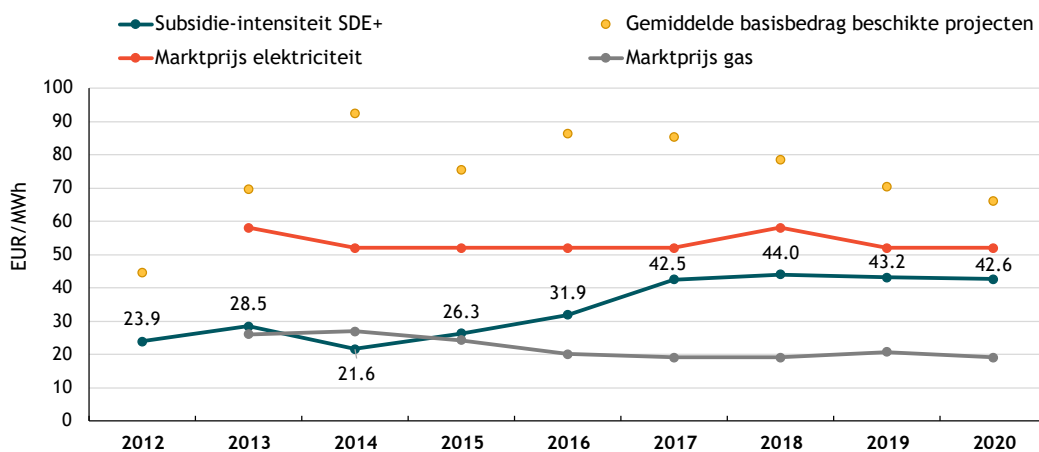
⁴⁵ Exclusief de tenders wind op zee en de SDE-projecten die zijn beschikt voor 2011 onder de SDE-regeling.

⁴⁶ RVO (2021) Producties en uitgaven MEP SDE per regeling

periode 2011-2020 was het gemiddelde subsidieniveau per geproduceerde energie hoeveelheid (de subsidie-intensiteit) 33.8 €/MWh. De subsidie-intensiteit volgt uit het verschil tussen het basisbedrag en het correctiebedrag (de marktprijs van energie). In de periode 2011-2021 is het correctiebedrag voor elektriciteit nagenoeg constant gebleven en het correctiebedrag voor gas licht gedaald (Figuur 3-2). Echter, de veranderingen in marktprijzen zijn te klein om de stijging in de subsidie-intensiteit te verklaren.

De stijging in de gemiddelde gerealiseerde subsidie-intensiteit kan daarentegen verklaard worden door twee aspecten. Ten eerste zit er in de kasuitgaven een vertraging wat betreft projectrealisatie, waarbij wind en biomassaprojecten gemiddeld eerder gerealiseerd worden dan zon-PV projecten (zie sectie 2.2.2), hetgeen de gemiddelde gerealiseerde subsidie-intensiteit met name in de eerste jaren van de SDE+ beïnvloedt. Ten tweede is over de tijd ook het gemiddelde basisbedrag (Figuur 3-2) en de gemiddelde verwachte subsidie-intensiteit per ronde toegenomen, door een verschuiving van goedkopere naar duurdere technieken - met veel wind in de eerste jaren en veel zon-PV in de latere jaren. Daarnaast kan een rol spelen dat de meest gunstige locaties voor hernieuwbare energieproductie in de eerste jaren van de regeling zijn beschikt en naarmate de regeling vordert en de kostprijs van de technieken dalen ook minder gunstige locaties worden benut.

Figuur 3-2 Gerealiseerde gewogen gemiddelde subsidie-intensiteit van de SDE+ o.b.v. kasuitgaven en relatie tot ontwikkeling van marktprijzen van elektriciteit en gas.



Bron: SDE+: RVO (2021)⁴⁷, EEG: [EEG in Zahlen](#), CfDs: [Low Carbon Contracts Company - datasets](#).⁴⁸

In 2011 was de subsidie-intensiteit relatief hoog maar het totaal beschikte budget vrij laag, terwijl de gemiddelde verwachte subsidie-intensiteit van beschikte projecten in 2012 en 2013 erg laag was. Dit heeft ertoe geleid dat de gerealiseerde subsidie-intensiteit in de eerste jaren van de SDE vrij laag lag. Daarnaast was de maximale subsidie-intensiteit in de eerste jaren en met name in 2012 aanzienlijk lager dan in de rest van de periode door de hoge inschatting van de lange termijn energieprijs in de 2012 ronde en daarmee ook een hoge basisenergieprijs.

De gerealiseerde subsidie-intensiteit van de SDE+ is aanzienlijk lager dan die in omliggende landen.

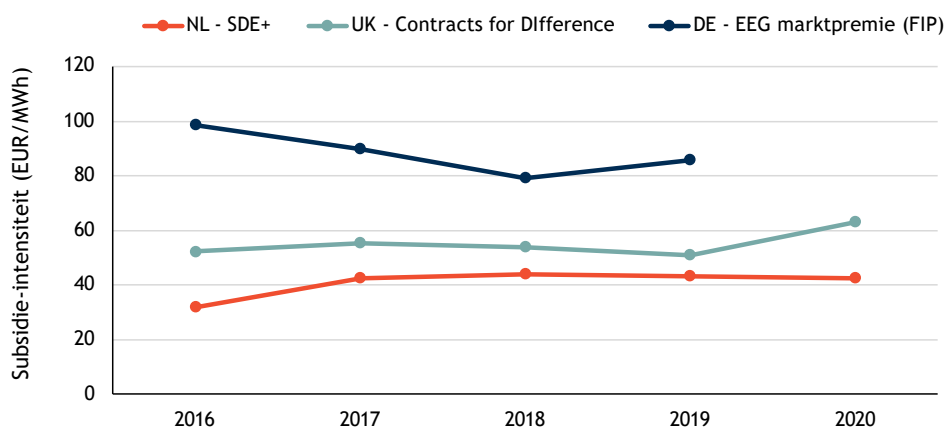
In Figuur 3-3 wordt de gemiddelde gerealiseerde subsidie-intensiteit van de SDE+ vergeleken met de *feed-in premium* uit de Duitse EEG regeling en de *contracts for difference* in het Verenigd Koninkrijk en hieruit blijkt dat over de periode 2016 t/m 2019, de subsidie-intensiteit in Nederland gemiddeld 58%

⁴⁷ Producties en uitgaven MEP SDE per regeling

⁴⁸ Bedragen in GBP zijn omgerekend naar Euro's o.b.v. de dagelijkse [wisselkoersen van de ECB](#).

lager was dan in Duitsland en 40% lager dan in het VK. Uiteraard zijn de uitgaven tussen Nederland en de buurlanden niet één op één te vergelijken, aangezien de subsidie-instrumenten niet identiek zijn⁴⁹, de techniekmix verschilt en de verhouding in uitgaven tussen de jaren kan verschillen. Daarnaast bestaan in de UK niet alleen *contracts for difference* maar is er ook een *feed-in tariff* voor kleinere hernieuwbare installaties. Desalniettemin is uit Figuur 3-3 op te maken dat het Nederlandse subsidiegeld in vergelijking tot omringende landen zeer doelmatig besteed is, maar dat dit wel in een context gezien moet worden waarin de Nederlandse hernieuwbare energiedoelen niet gehaald zijn, terwijl er in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk een veel hogere penetratie van wind en zon behaald werd (zie Figuur 2-6).

Figuur 3-3 Vergelijking van gerealiseerde subsidie-intensiteit van de SDE+ met de EEG uit Duitsland en de Britse *contracts for difference*.



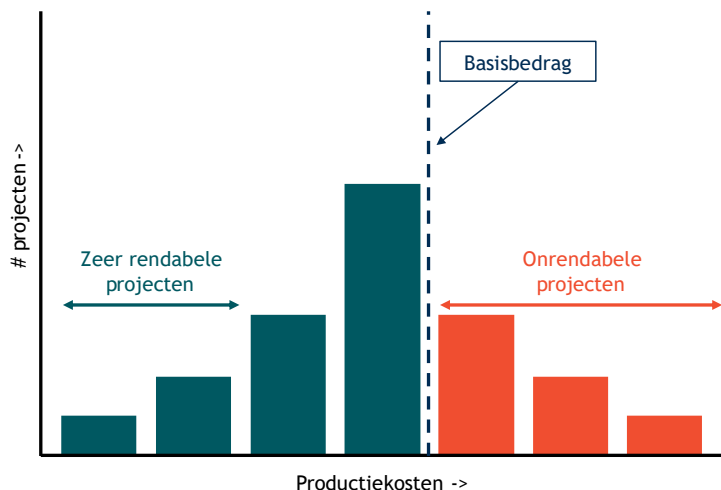
Bron: SDE+: RVO (2021) *Producties en uitgaven MEP, SDE per regeling*, CfDs: LCCC Data portal - *CfD Actuals*, EEG Marktpremie: *Das "EEG in Zahlen"*.

3.2 Aansluiting subsidie - subsidiebehoefte

Bij een subsidieregeling met generieke projectcategorieën en subsidiebedragen zoals de SDE+ zal altijd een bepaalde mate van overstimulering plaatsvinden. Dit wordt veroorzaakt doordat de projecten altijd (licht) verschillende productiekosten hebben terwijl de basisbedragen generiek van toepassing zijn. Hierdoor ontstaat er een situatie waarbij de beschikbare subsidie voor een deel van de projecten tot een relatief hoog rendement leidt, terwijl dezelfde subsidie voor andere projecten tot een onvoldoende hoog rendement leidt, waardoor deze projecten niet gerealiseerd worden. Dit concept is in Figuur 3-4 weergegeven. Overwinsten worden hierbij gedefinieerd als het (positieve) verschil tussen de daadwerkelijke subsidie en de subsidiebehoefte.

⁴⁹ Hoewel de subsidie-instrumenten niet identiek zijn hebben we voor een eerlijke vergelijking wel alleen gekeken naar subsidie-instrumenten die werken met een variabel subsidie-niveau, afhankelijk van de hoogte van de marktprijzen van energie. Bij de EEG is de subsidie-intensiteit van de *feed-in-tariffs* dus niet meegenomen. Ook zijn de subsidie-intensiteiten van *offshore wind* niet meegenomen, omdat deze ook geen onderdeel is van de hier getoonde subsidie-intensiteit van de SDE+.

Figuur 3-4 Verband tussen basisbedrag en rentabiliteit projecten.



Bron: Trinomics.

Binnen de SDE+ wordt getracht om overwinsten zoveel mogelijk tegen te gaan door het gebruik van de vrije categorie te stimuleren, basisbedragen nauwkeurig te bepalen en projectcategorieën op te splitsen. De vrije categorie geeft indieners de mogelijkheid om voor een lager subsidiebedrag dan het maximale basisbedrag in te dienen. Door hiernaast het budget te beperken en tactisch de fasebedragen te kiezen kan het voor projecten met relatief lage productiekosten t.o.v. het basisbedrag interessant worden om voor een lager subsidiebedrag in te dienen. De basisbedragen zijn in deze context belangrijk omdat deze de ruimte bepalen om overwinsten te maken. Hierbij is het uitgangspunt dat de basisbedragen bij de SDE+ dusdanig worden ingeschat dat de meerderheid van de projecten gerealiseerd kan worden, maar het niet wenselijk is om basisbedragen dusdanig hoog in te schatten dat vrijwel alle projecten gerealiseerd kunnen worden omdat dit tot hoge overwinsten kan leiden. Tot slot is er nog de mogelijkheid om projectcategorieën met sterk verschillende productiekosten op te splitsen in meerdere categorieën met een meer homogeen projectaanbod. Hierdoor kan de ruimte voor overwinsten beperkt worden. De opsplitsing van de wind op land categorieën op basis van windsnelheid is een goed voorbeeld hiervan.

Gezien het hoge aantal projecten is het niet realistisch om een beoordeling van de kosten en subsidiebehoefte per project toe te passen. Wanneer getracht zou worden om de daadwerkelijke projectkosten per project te bepalen en de subsidie op basis daarvan bij te stellen zou er voor ieder project een substantiële inspanning gedaan moeten worden om de gemaakte kosten te valideren (bv. door controle van facturen) en de daadwerkelijke projectrentabiliteit in te schatten. Gecombineerd met een volume van 5.000 tot 10.000 beschikte projecten per jaar (zie sectie 0), zou dit tot een forse inspanning voor de overheid leiden. Hiernaast is er risico op onnauwkeurigheden in de aangeleverde informatie en de interpretatie daarvan die het moeilijk kan maken om een voldoende nauwkeurig beeld te vormen van de rentabiliteit. Bovendien zou het corrigeren voor overwinsten de aantrekkelijkheid van het ontwikkelen van hernieuwbare energieprojecten verlagen doordat er minder ruimte is om tegenvallende projecten te compenseren met meer rendabele projecten, waardoor er mogelijk minder projecten tot ontwikkeling komen. Bij elkaar opgeteld lijkt het dan ook niet realistisch en wenselijk om een beoordeling van de rentabiliteit en subsidiebehoefte per project te introduceren.

3.2.1 Stimulering van indienen in de vrije categorie

Door te werken met een beperkt openstellingsbudget en maximale indieningsbedragen per fase wordt getracht om projectontwikkelaars voor minder subsidie aan te laten vragen (d.w.z. in de vrije categorie). Dit mechanisme werkt omdat projecten op *first-come-first-serve* basis beschikt worden, waarbij er in de eerste fases een relatief laag maximaal indieningsbedrag geldt en er een risico bestaat dat het budget al uitgeput is wanneer de latere fases opengesteld worden. Hierdoor kan het voor projectontwikkelaars interessant zijn om een korting te geven waardoor in een eerdere fase ingediend kan worden, hetgeen de kans op subsidie vergroot. Hiernaast kan de korting relevant zijn als het project op de dag waarin het budget wordt uitgeput wordt ingediend. De projecten die op die dag indienen worden namelijk op productiekosten gerangschikt waardoor een korting ervoor zorgt dat het project hoger in de rangschikking komt te staan.

De vrije categorie wordt op grote schaal gebruikt en zorgt voor een deel van de technieken voor een effectieve prikkel om voor een lager subsidiebedrag in te dienen. Over het algemeen dient 50 tot 90% van de projecten in de vrije categorie in (zie Tabel 3-1). Met name voor zon-PV wordt er in grote mate in de vrije categorie ingediend, maar ook door zon warmte en groen gas projecten wordt frequent gebruik gemaakt van de vrije categorie.

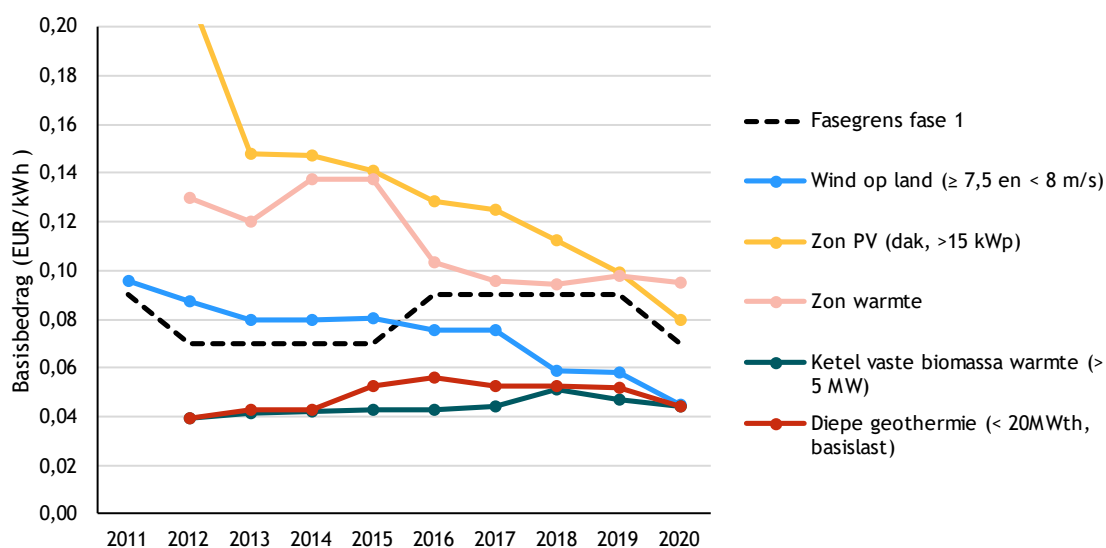
Tabel 3-1 Aandeel vrije categorie van ingediende projecten per techniek en openstellingsronde.

Ronde	Zon PV	Zon warmte	Wind op land	Groen gas	Biomassa	Geothermie	Gemiddelde per ronde
SDE+ 2011	91%		58%	81%	88%	100%	89%
SDE+ 2012	90%	67%	24%	78%	20%	0%	75%
SDE+ 2013	59%	67%	84%	70%	32%	0%	57%
SDE+ 2014	23%	67%	0%	18%	9%	0%	22%
SDE+ 2015	99%	89%	11%	17%	29%	0%	72%
SDE+ 2016 I	70%	23%	57%	56%	23%	15%	67%
SDE+ 2016 II	88%	30%	18%	60%	25%	0%	84%
SDE+ 2017 I	93%	38%	11%	36%	17%	0%	90%
Tender monomest 2017				9%	15%		14%
SDE+ 2017 II	80%	22%	1%	12%	2%	0%	76%
SDE+ 2018 I	87%	9%	2%	40%	1%	0%	84%
SDE+ 2018 II	53%	7%	5%	0%	2%	0%	51%
SDE+ 2019 I	60%	33%	0%	0%	0%	0%	59%
SDE+ 2019 II	67%	40%	4%	22%	6%	0%	65%
SDE+ 2020 I	92%	96%	0%	45%	3%	0%	91%
Gemiddeld per techniek	73%	42%	13%	48%	19%	3%	

Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

NB: Technieken met het laagste volume (afval en waterkracht) niet getoond voor leesbaarheid.

Voor technieken met een relatief laag basisbedrag is er vrijwel geen prikkel om voor een lager subsidiebedrag in te dienen. Deze technieken mogen namelijk al in de eerste fase indienen en lopen dus weinig risico op afwijzing door budgetuitputting. Enkel wanneer het budget op de eerste dag uitgeput wordt, kan een korting relevant zijn. Dit geldt voor alle technieken met een basisbedrag lager dan de eerste fasegrens, waaronder een groot deel van de wind op land, geothermie en biomassatechnieken. Figuur 3-5 illustreert hoe de fasegrens van de eerste fase en de basisbedragen van een aantal veelgebruikte technieken geëvalueerd zijn. Hieruit blijkt dat de meest veelgebruikte zon-PV en zon warmtetechnieken nog steeds een hoger basisbedrag dan het eerste fasebedrag hebben, in tegenstelling tot de meest gebruikte wind op land, geothermie en biomassa technieken.

Figuur 3-5 Basisbedragen van veelgebruikte projectcategorieën per techniek vergeleken met eerste fasegrens.


Bron: PBL SDE+ basisbedrag eindadviezen van 2011 t/m 2020.

NB: Groen gas is niet in deze grafiek weergegeven omdat hiervoor een andere fasegrens geldt. Niet in grafiek: basisbedrag voor zon-PV bedroeg 0.28 €/kWh in 2011 en 0.21 €/kWh in 2012.

De budgetten van de SDE+ zijn gegroeid van minder dan € 2 miljard per jaar in 2011 en 2012 tot waarden rond de € 10 miljard per jaar vanaf 2016. Hoewel dit ertoe heeft geleid dat de budgetten niet structureel meer overtekend worden, is de prikkel om in de vrije categorie in te dienen grotendeels in stand gebleven. De mate van overtekening was in de eerste jaren (tot en met 2015) in de meeste rondes rond de 100% of hoger waarmee dus ongeveer de helft van de projecten niet beschikt werd (zie Tabel 3-2). Vanaf 2017 is dit beeld veranderd en zijn er ook verschillende rondes geweest met ondertekening waardoor de prikkel die marktpartijen ervaren om in de vrije categorie in te dienen mogelijk minder zou kunnen worden. Toch is op basis van voorgaande analyse van het aandeel van de projecten wat indient in de vrije categorie (zie Tabel 3-1) geen duidelijke impact zichtbaar en concluderen we dat marktpartijen ook in de latere jaren nog voldoende risico op budgetuitputting ervoeren. Verder is opvallend dat de overtekening in het eerste jaar waarin de budgetten rond de € 10 miljard waren nog erg hoog was, wat (deels) verklaard kan worden door de openstelling voor grootschalige biomassa bij- en meestook waardoor een significant extra volume aan projecten subsidie aan kon vragen.

Tabel 3-2 Overzicht budgetten, beschikking en overtekening per openstellingsronde.

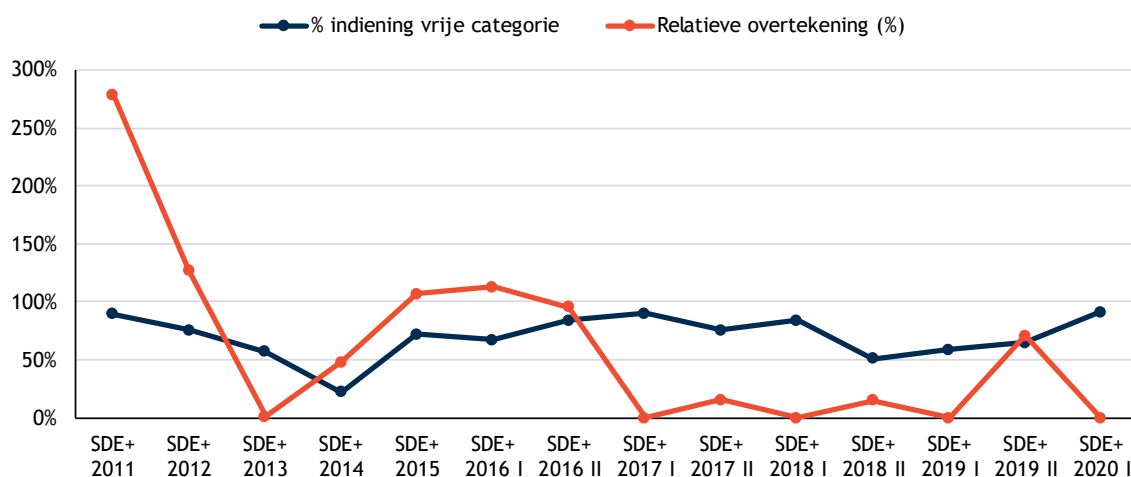
Ronde	Budget [Mln. EUR]	Beschikt budget [Mln. EUR]	Absolute overtekening [Mln. EUR]	Relatieve overtekening [%]
SDE+ 2011	1.500	1.500	4.173	278%
SDE+ 2012	1.700	1.700	2.155	127%
SDE+ 2013	3.000	3.000	29	1%
SDE+ 2014	3.500	3.536	1.667	48%
SDE+ 2015	3.500	3.528	3.736	107%
SDE+ 2016 I	4.000	4.001	4.504	113%
SDE+ 2016 II	5.000	5.011	4.786	96%
SDE+ 2017 I	6.000	5.834	0	0%
Tender monomest 2017	150	150	0	0%
SDE+ 2017 II	6.000	6.205	916	15%
SDE+ 2018 I	6.000	3.799	0	0%
SDE+ 2018 II	6.000	6.004	871	15%
SDE+ 2019 I	5.000	3.906	0	0%
SDE+ 2019 II	5.000	5.002	3.552	71%
SDE+ 2020 I	4.000	3.305	0	0%

Bron: RVO (2021). SDE+ database (niet publiek).

Significante wijzigingen in de scope en het ontwerp van de regeling leiden tot een hogere mate van indiening in de vrije categorie in de voorafgaande ronde. Zo is de aankondiging dat de SDE+ in 2016 ook voor biomassa bijstook opengesteld zou worden waarschijnlijk een belangrijke reden voor de plotselinge groei van het aantal indieningen in de vrije categorie in 2015. Een vergelijkbaar effect is zichtbaar toen de SDE++ aangekondigd werd in 2019. In de tweede openstellingsronde in 2019 (toen het ontwerp van de SDE++ al in grote lijnen bekend was) was al een lichte stijging zichtbaar (zie Tabel 3-1). In de laatste openstellingsronde van de SDE+ in 2020 was een zeer sterke stijging zichtbaar, die waarschijnlijk ook deels het gevolg was van de hoge mate van overtekening in de laatste ronde van 2019.

Een grotere mate van budgetoverschrijding in voorgaande rondes leidt doorgaans tot een groter gebruik van de vrije categorie in de huidige ronde. In het eerste jaar van de SDE+ was het volume aan ingediende projecten substantieel groter dan het beschikbare budget (grote mate van overtekening). In 2012 nam de overtekening sterk af waarna in 2013 helemaal geen overtekening plaats vond. Deze ontwikkeling is naar verwachting een belangrijke reden voor de afname in het gebruik van de vrije categorie tot en met 2014. In de jaren daarna nam de mate van overtekening weer sterk toe wat ertoe leidde dat de vrije categorie ook weer vaker gebruikt werd. In de jaren vanaf 2017 tot en met de eerste ronde in 2019 is de overtekening beperkt van omvang geweest, maar lijkt toch ook een correlatie zichtbaar waarbij een toename van de mate van overtekening tot een toename van de indiening in de vrije categorie in het daaropvolgende jaar leidt. In de tweede openstellingsronde van 2019 was er weer een grote mate van overtekening, wat wederom gevolgd werd door een groei van het aandeel projecten wat in de vrije categorie indient. Toch moet ook opgemerkt worden dat marktpartijen ook een inschatting proberen te maken van de pijplijn aan projecten die in ontwikkeling zijn om zo de kans op overtekening bij een toekomstige ronde in te schatten. De mate van overtekening in afgelopen rondes is dus zeker niet de enige factor die een rol speelt.

Figuur 3-6 Ontwikkeling overtekening (budgetuitputting) en indiening vrije categorie gedurende de looptijd van de SDE+ (2011 - 2020).



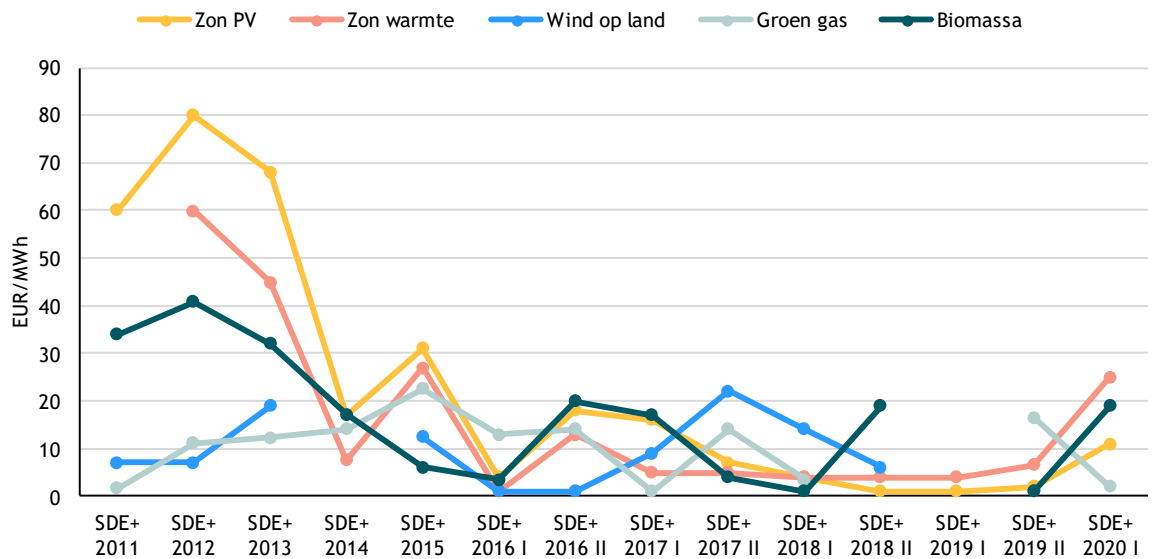
Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

NB: Relatieve overtekening: (budgetclaim ingediende projecten - beschikbaar budget) / beschikbaar budget.

De korting die gegeven wordt bij indiening in de vrije categorie is in de eerste jaren sterk afgenomen. Met name voor zon-PV, zon warmte en biomassa werden in de eerste jaren forse kortingen gegeven (€30-80/MWh - zie Figuur 3-7). Dit was mogelijk doordat in die jaren de basisbedragen nog relatief hoog lagen (zie sectie 3.2.2) en wijst erop dat de basisbedragen in ieder geval voor een deel van de projecten veel hoger waren dan nodig. Toch heeft dit slechts in beperkte mate tot overstimulering geleid omdat in 2011 en 2012 geen enkel project dat geen korting aanbodt beschikt is. In 2013 is wel een 150-tal zon-PV-projecten beschikt en gerealiseerd die geen korting aangeboden hadden. Deze projecten vertegenwoordigden een totale budgetclaim van iets minder dan € 50 miljoen wat 4% van de budgetclaim van alle gerealiseerde projecten uit de 2013 ronde vertegenwoordigt. De mogelijke overstimulering is slechts een deel van deze maximale budgetclaim omdat het daadwerkelijke uitgekeerde subsidiebedrag doorgaans lager ligt dan het maximale subsidiebedrag en slechts een deel van het subsidiebedrag als overstimulering gezien kan worden.

Vanaf 2014 lagen de kortingen op een lager niveau en bewoog de hoogte van de korting mee met de mate van indiening in de vrije categorie. Zo heeft bijvoorbeeld in zowel 2015 als de tweede ronde van 2016 een groot aandeel van de projecten in de vrije categorie ingediend en was er een hoge mediaan van de korting, wat erop wijst dat projecten in die jaren een sterke prikkel ervoeren om voor een lager subsidiebedrag in te dienen. Daarnaast was blijkbaar nog steeds voor een deel van de projecten het basisbedragen dusdanig ruim dat een grote korting gegeven kon worden.

Figuur 3-7 Mediaan van de korting die projecten die in de vrije categorie indienden gaven, per jaar en per techniek.



Bron: Trinomics o.b.v. RVO (2021) SDE+ database (niet publiek).

NB: waterkracht en afval niet weergegeven door laag projectvolume. Geothermie niet weergegeven door zeer beperkt gebruik van vrije categorie.

Tactisch instellen van de fasegrenzen kan een significante impact hebben op de korting die

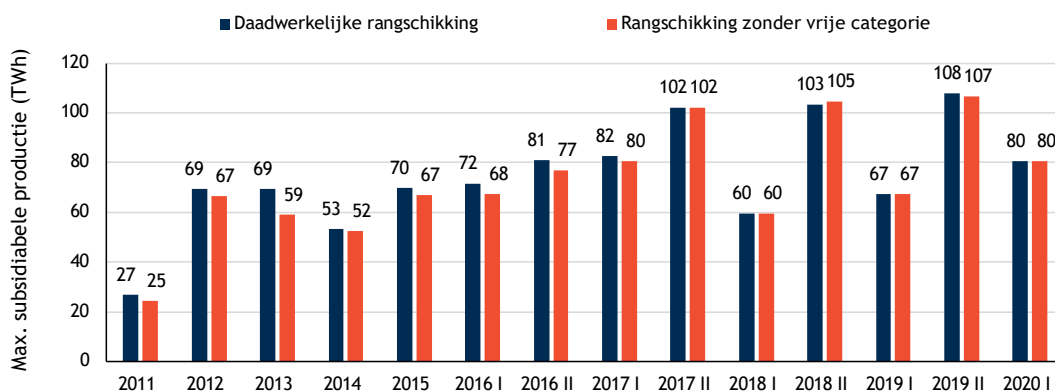
gegeven wordt. Dit is met name goed te zien in 2020 toen de fasegrens van de eerste fase en tweede fase verlaagd zijn naar €7 en 8/MWh, terwijl in de jaren daarvoor de fasegrens van de eerste fase nog op €9/MWh en er dus geen prikkel was om voor minder dan €9/MWh aan te bieden (zie Figuur 3-5). In 2020 nam de gegeven korting vervolgens sterk toe voor zon-PV, zon warmte en biomassa. Hoewel het hoge gebruik van de vrije categorie in 2020 ook deels gedreven kan zijn doordat het de laatste openstellingsronde was voordat de SDE++ geïntroduceerd werd, is met name de sterke groei in de gegeven korting een teken dat de aangepaste fasegrens effectief is geweest in het stimuleren van hogere kortingen. In de voorgaande jaren werd weliswaar ook in grote mate in de vrije categorie ingediend door met name zon-PV-projecten, maar was de korting zeer beperkt (mediaan: 1-2 €/MWh). Het omgekeerde is zichtbaar in 2016 toen de fasegrens van de eerste fase verhoogd werd van € 7/MWh naar € 9/MWh en een scherpe daling in de gegeven kortingen zichtbaar is. Dit wijst erop dat er in de jaren waarin de fasegrens van de eerste fase relatief hoog was (2016-2019 - €9/MWh) er waarschijnlijk ook ruimte was om hogere kortingen te krijgen en daarmee de doelmatigheid van de regeling verbeterd had kunnen worden door de fasegrenzen te verlagen.

De vrije categorie heeft van 2011 tot en met 2020 tot een besparing van ongeveer €300 miljoen

geleid waardoor de kasuitgaven zo'n 10% lager zijn uitgevallen. Bij deze berekening hebben we het verschil in subsidiebedrag berekend wanneer de in de vrije categorie ingediende projecten voor het maximaal toegestane basisbedrag beschikt zouden zijn. Dit verschil hebben we vermenigvuldigd met de gerealiseerde productie van 2011 tot en met 2020 en vergeleken met de kasuitgaven in die periode (+/- €2.700 miljoen). Aangezien de subsidieduur van deze projecten nog niet verstreken is, zal de totale besparing nog verder oplopen maar zal de besparing als percentage van de kasuitgaven waarschijnlijk ongeveer gelijk blijven voor de tot nu toe gerealiseerde projecten. Over de gehele looptijd van de SDE+ is door het bestaan van de vrije categorie het beschikte productievolume gemiddeld met 5% toegenomen (zie Figuur 3-8). Ten opzichte van een situatie zonder vrije categorie zijn er in de gehele

looptijd van de SDE+ ruim 1200 extra projecten beschikt met een totale subsidiabele productie van zo'n 29 TWh (+4%).

Figuur 3-8 Vergelijking beschikte productie met situatie zonder vrije categorie.



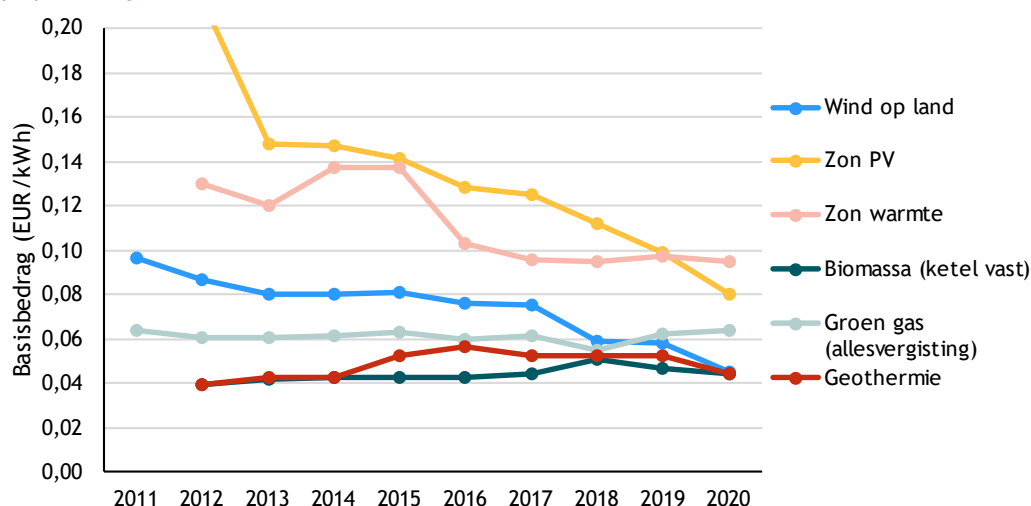
Bron: RVO (2021) SDE+ database

3.2.2 Hoogte basisbedragen

Voor de basisbedragen voor zon-PV en wind op land zijn sterk afgenomen in de periode van de SDE+. Zo is het basisbedrag voor wind op land gedaald van €0,096/kWh naar waarden van €0,043/kWh tot €0,063/kWh in 2020 (afhankelijk van de categorie binnen de techniek). Voor Zon PV was de kostendaling vooral in de beginjaren significant: tussen 2011 en 2014 daalde het basisbedrag van €0,280/kWh naar €0,147/kWh. Na 2014 is het verder gedaald naar waarden van €0,069/kWh tot €0,086/kWh in 2020. Ook voor zon warmte is een kostendaling te zien tot 2016. Sinds 2016 is het basisbedrag voor zon warmte nagenoeg niet meer gedaald. Voor andere categorieën is het basisbedrag ongeveer gelijk gebleven (groen gas, geothermie) of ietwat gestegen (enkele biomassa categorieën).⁵⁰ Met name bij technieken waarbij sterke kostendalingen plaatsvinden is er een risico op overstimulering, omdat het lastig is om de toekomstige kostendalingen zuiver in te schatten.

⁵⁰ In principe moet het basisbedrag de kostprijs van een categorie weergeven. Echter hebben ook andere inputs invloed op de hoogte van het basisbedrag, zoals een verandering van het maximaal aantal subsidiabele vollasturen of een verandering van de grootte van de referentie-installatie van een techniekcategorie.

Figuur 3-9 Overzicht van de basisbedragen tussen 2011 en 2020 voor de SDE+ voor enkele representatieve project categorieën.⁵¹



Bron: PBL SDE+ basisbedrag eindadviezen van 2011 t/m 2020.

NB: Niet in grafiek: basisbedrag voor zon-PV bedroeg 0.28 €/kWh in 2011 en 0.21 €/kWh in 2012.

De basisbedragen voor wind op land lijken goed ingeschat om overwinsten te beperken en voldoende potentieel te ontsluiten. De basisbedragen zijn over de hele periode lager of gelijk aan de steunbedragen in Duitsland en Vlaanderen wat een eerste indicatie geeft dat het Nederlandse steunkader niet bovenmatig ruime subsidies heeft verstrekt (zie Figuur 3-10). Verder liggen de basisbedragen slechts in beperkte mate hoger dan de daadwerkelijke kostprijzen⁵² van gerealiseerde windprojecten in de grootste markten in de regio⁵³ (Duitsland en Verenigd Koninkrijk). Aangezien getracht wordt de basisbedragen vast te stellen op een niveau waarbij de meerderheid van de projecten gerealiseerd kan worden, is het de verwachting dat de basisbedragen op een iets hoger niveau liggen dan de gemiddelde kostprijzen in de markt. In principe zou het basisbedrag ongeveer één standaarddeviatie boven de gemiddelde kostprijs moeten liggen om 80% van het potentieel te ontsluiten.⁵⁴ Wanneer we de geobserveerde spreiding in productiekosten uit de exploitatieberekeningen toepassen op de gemiddelde productiekosten in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk zien we dat de kostprijs plus één standaarddeviatie (het gearceerde gebied in Figuur 3-10) goed aansluit bij de basisbedragen, in ieder geval vanaf 2015.⁵⁵ Dit duidt erop dat de basisbedragen voor wind op land vanaf 2015 nauwkeurig ingeschat zijn, maar waarschijnlijk iets te hoog waren in de beginjaren van de SDE+.

⁵¹ Basisbedragen zijn voor veel- of meest gebruikte categorieën binnen een techniek en geven een representatieve weergave van de trend van basisbedragen binnen de gehele techniek.

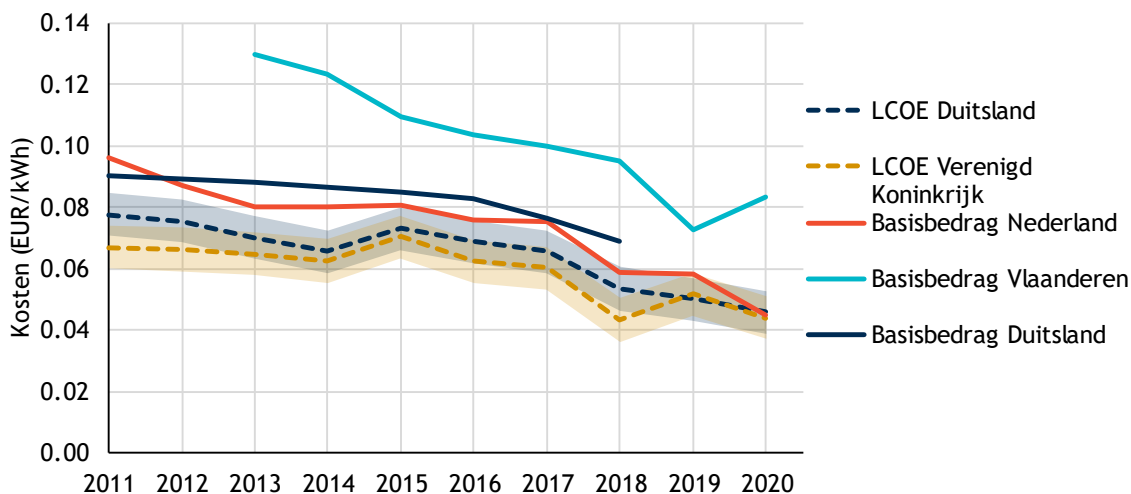
⁵² Gemeten als LCOE: Levelised Cost Of Energy.

⁵³ Hierbij gebruiken we niet de gegevens van de Nederlandse markt omdat hier een te beperkt aantal datapunten beschikbaar is om een robuuste trend te identificeren. De gebruikte LCOE is afkomstig van IRENA (2020) [Renewable Power Generation costs 2020](#).

⁵⁴ Op basis van de SDE+ exploitatieberekeningen en vergelijkbaarheid van projecten in de categorie wind op land en zon-PV, zien we dat het gegrond is om aan te nemen dat de verdeling van de LCOE de vorm van een normaalverdeling heeft.

⁵⁵ Een voorwaarde voor deze analyse is wel dat de kostprijzen vergelijkbaar zijn met Nederland en afkomstig zijn uit markten waarin een groot deel van het potentieel gerealiseerd kon worden, omdat deze anders geen goede inschatting geven van de gemiddelde kostprijs. Als de waardes afkomstig zijn uit een markt waarin het subsidieregime zeer krap is, zullen namelijk enkel de meest gunstige projecten gerealiseerd worden waardoor de geobserveerde gemiddelde kostprijzen niet representatief zijn voor het gehele potentiële projectaanbod. In dit geval lijken de beschikbare subsidies in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk voldoende hoog om een groot deel van het potentieel te ontsluiten, waardoor wij deze analyse als voldoende robuust beschouwen.

Figuur 3-10 Vergelijking van het basisbedrag voor wind op land in Nederland met zowel het basisbedrag in Duitsland en Vlaanderen als de gemiddelde LCOE in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Het gearceerde gebied rond de LCOE geeft de waarde van één standaarddeviatie aan.



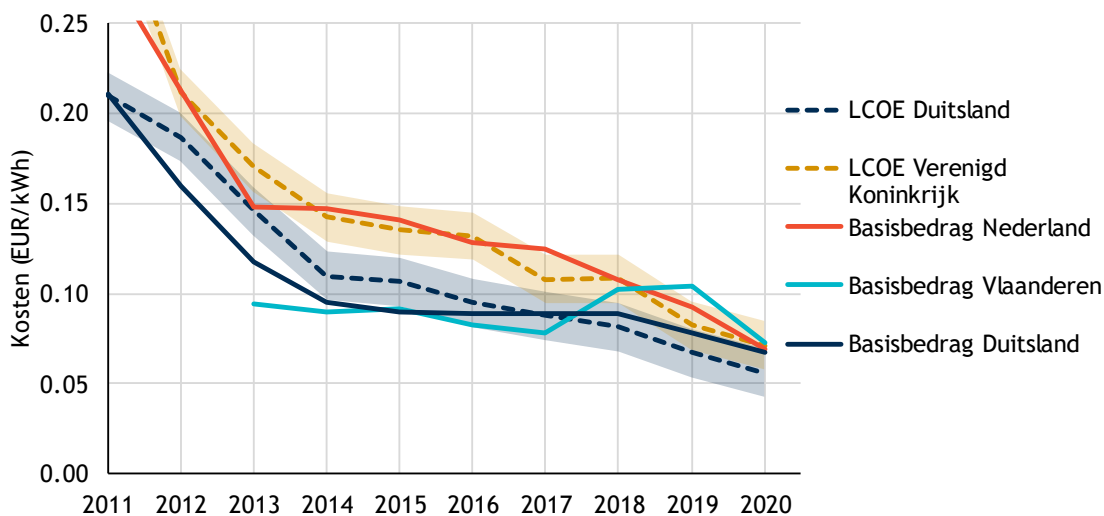
Bron: Vlaanderen - VEKA (2021). *Definitieve evaluatierapporten OT*; Basisbedrag Duitsland (DE) - Netztransparenz (2021). *EEG Vergütungskategorientabelle*; LCOE DE & VK - IRENA (2021). *Renewable Power Generation Costs 2020*. NB: In Vlaanderen is het steunmechanisme anders dan in Nederland en Duitsland. Voor het bepalen van de subsidie berekenen ze daar echter ook een onrendabele top. Als we de marktprijs optellen bij de onrendabele top krijgen we een te vergelijken waarde. In Duitsland gebruikt men sinds 2014 net zoals in Nederland een Sliding feed-in premium en voor 2014 een feed-in tariff.

De basisbedragen voor zon-PV lijken relatief hoog ingeschat waardoor er ruimte is ontstaan om overwinsten te maken. De basisbedragen voor zon-PV lagen van 2011 tot 2018 substantieel hoger dan die in Duitsland en Vlaanderen (zie Figuur 3-11⁵⁶), wat een eerste indicatie geeft van mogelijke overstimulering. Anderzijds is dit evengoed een indicatie van onderstimulering in Duitsland en Vlaanderen, waar vanaf 2014 een periode is geweest met zeer beperkte groei van het geïnstalleerd vermogen aan zon-PV.⁵⁷ Hiernaast ligt het basisbedrag ruim boven de in Duitsland geobserveerde kostprijs (en relatief gelijk aan de kostprijs in het VK), hoewel deze door de lage beschikbare subsidiebedragen mogelijk niet volledig representatief is voor het gehele potentieel. Toch is het verschil met Duitsland in de meeste jaren dusdanig groot (twee tot drie standaarddeviaties) dat er in ieder geval voor een deel van de Nederlandse projecten ruimte geweest moet zijn om substantiële overwinsten te behalen. Bovendien is er zeker bij de sterke kostendalingen die voor zon-PV optraden verdere ruimte om overwinsten te behalen door te profiteren van het verschil in kostprijs tussen het moment van toekenning van de subsidie en het moment waarop het project gerealiseerd wordt. Enkele geïnterviewden bevestigden dit beeld en gaven aan dat de basisbedragen voor zon-PV in enkele jaren erg ruim waren (bv. in 2017). De mate waarin er daadwerkelijk overwinsten zijn gerealiseerd is enigszins gemitigeerd door het veelvuldig gebruik van de vrije categorie door zon-PV-projecten, maar de gegeven ruimte zal zeker door een deel van de projecten omgezet zijn in extra winsten.

⁵⁶ Deze figuur toont voor Duitsland enkel de basisbedragen voor veldgebonden zon-PV. Voor dakgebonden zon-PV lagen de basisbedragen in Duitsland hoger, maar van 2011 tot en met 2017 nog steeds substantieel lager dan de Nederlandse basisbedragen voor zon-PV die in die periode nog niet gedifferentieerd waren naar dakgebonden en veldgebonden systemen.

⁵⁷ Zie Figuur 2-6 voor Duitsland. Voor Vlaanderen zie: <https://www.pv-vlaanderen.be/nl/cijfers>.

Figuur 3-11 Vergelijking van het basisbedrag voor veldgebonden zon-PV in Nederland met zowel het basisbedrag in Duitsland en Vlaanderen als de gemiddelde LCOE in Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. Het gearceerde gebied rond de LCOE geeft de waarde van één standaarddeviatie aan.



Bron: Vlaanderen: VEKA (2021). *Definitieve evaluatierapporten OT*; Basisbedrag Duitsland (DE): Netztransparenz (2021). *EEG Vergütungskategorientabelle*; LCOE DE & VK: IRENA (2021). *Renewable Power Generation Costs 2020*. NB: In Duitsland zijn er verschillende basisbedragen voor daksystemen en grootschalige veldsystemen. Het weergegeven basisbedrag is voor veldsystemen, het basisbedrag voor daksystemen ligt hoger. In de grafiek is voor Nederland telkens de zon-PV categorie met het laagste basisbedrag geselecteerd. T/m 2017 was dit het algemene >15 kWp basisbedrag, in 2018 het basisbedrag van de nieuwe categorie voor > 1 MW systemen en in 2019 en 2020 het basisbedrag van de nieuwe categorie veldsystemen > 1 MW.

De invoering van aparte correctiebedragen voor eigen verbruik en netlevering voor zon-PV in 2018 lijkt te hebben bijgedragen aan het reduceren van overwinsten. Het correctiebedrag is in 2018 verhoogd voor eigen verbruik om te compenseren voor de hogere vermeden kosten die gepaard gaan met eigen verbruik (men hoeft in dat geval immers geen opslag duurzame energie (ODE), energiebelasting en transportkosten te betalen). Het aandeel zon-PV-projecten wat indient in de vrije categorie is sindsdien sterk afgenomen, van structureel boven de 80% naar rond de 50-60% (in de eerste ronde van 2018 is deze daling echter nog niet te zien), wat een indicatie kan zijn dat de ruimte om overwinsten te behalen ingeperkt is. Een ongewenst bijeffect is wel dat de stimulans voor eigen verbruik hiermee ook weggenomen is, terwijl dat juist wenselijk is om het elektriciteitsnet te ontlasten.

Stijgende basisbedragen geven een prikkel om projecten uit te stellen en in te dienen in een latere aanvraagronde. Sinds 2015 is deze stimulans verminderd doordat men 3 jaar niet mag indienen op dezelfde locatie. Hoewel het op basis van de kosten legitiem kan zijn om een basisbedrag in een volgende ronde te verhogen, kan dit ook leiden tot uitstel van projecten. Projectontwikkelaars hebben namelijk een prikkel om een beschikt project terug te trekken en in een latere ronde met een hoger basisbedrag opnieuw in te dienen. Dit was bijvoorbeeld duidelijk te zien voor geothermie in de ronde van 2013 waar de realisatiegraad onder de 10% eindigde. Het basisbedrag steeg voor (diepe) geothermie juist van €0,042/kWh in 2013 naar €0,056/kWh in 2016. Om non-realizatie als gevolg van stijgende basisbedragen tegen te gaan is het sinds 2015 pas na 3 jaar mogelijk om een nieuwe aanvraag te doen op dezelfde locatie. Dit heeft voor een groot gedeelte de prikkel tot uitstelgedrag weggenomen.

Basisbedragen dienen marktontwikkelingen te volgen, maar kunnen in sommige gevallen ook juist de marktprijs beïnvloeden. Dit kan vooral voorkomen in locatie gebonden en lokale markten. Zo leek de grondvergoeding gebruikt voor bepaling van het basisbedrag voor wind op land de prijs op te drijven. Om een verder prijsopdrijvend effect te voorkomen, wordt de grondvergoeding gebruikt voor de

basisbedragberekening sinds 2014 elk jaar geleidelijk verlaagd.⁵⁸ Voor zon-PV wordt de grondvergoeding niet meegenomen in de basisbedragberekening. Eenzelfde effect is mogelijk voor bepaalde lokale biomassastromen (voornamelijk biomassa voor lokale vergisting, voor internationale stromen zoals houtpellets speelt dit minder) waarbij handelaren de biomassaprijs uit de basisbedragberekening overnamen. Als reactie hierop is ook voor deze biomassastromen sinds 2015 besloten de prijs niet meer te verhogen.⁵⁹

3.2.3 Opsplitsing projectcategorieën

Door projectcategorieën met grote spreiding in productiekosten op te splitsen in meerdere categorieën kunnen overwinsten tegengegaan worden en kan extra potentieel ontsloten worden.

Een goed voorbeeld hiervan is de opsplitsing van de windenergie categorie die door de jaren heen steeds verder is doorgevoerd. Hierbij zijn meerdere categorieën geïntroduceerd, onder andere afhankelijk van windsnelheid. Op deze manier wordt voorkomen dat projecten met zeer gunstige windsnelheden hoge overwinsten maken door een basisbedrag te bepalen wat specifiek op deze gunstige windsnelheden van toepassing is. Tegelijkertijd kan voor projecten met minder gunstige windsnelheden een hoger basisbedrag van toepassing zijn waarmee een deel van de markt ontsloten wordt wat met een standaard basisbedrag voor alle windenergieprojecten niet haalbaar was. Dit soort differentiatie van basisbedragen kan ook voor verschillende andere technieken en parameters aantrekkelijk zijn.

Bij vrijwel alle hoofdtechnieken is opsplitsing toegepast. Mede hierdoor is het aantal projectcategorieën binnen de SDE+ toegenomen van minder dan 20 in 2010 tot meer dan 50 in 2020. Met name bij wind op land is vergaande opsplitsing doorgevoerd, van 1 categorie in 2010 naar 11 categorieën in 2020⁶⁰. Maar ook bij verbranding en vergassing van biomassa (4 naar 16), vergisting van biomassa (5 naar 13) en in minder mate zon-PV en geothermie zijn veel extra categorieën toegevoegd om de doelmatigheid van de regeling te verbeteren en een groter potentieel te ontsluiten.

Bij wind op land ligt het basisbedrag van de goedkoopste categorie in 2020 bijna 20% lager dan het gemiddelde. Hierdoor zijn de verwachte subsidie-uitgaven voor de meest gunstige windprojecten vrijwel nul, terwijl deze voor een meer gemiddeld windproject nog rond de 10 €/MWh liggen.

Hierbij vergelijken we het basisbedrag van de categorie 'Wind op land, ≥ 8 m/s' (42 €/MWh) met het gemiddelde van alle windenergiecategorieën (52 €/MWh), waaronder ook wind op waterkeringen/dijken en wind in meer. Wanneer we dit vergelijken met de in 2020 verwachte lange termijn elektriciteitsprijs (43 €/MWh) zien we dat het basisbedrag van de meest gunstige wind op land categorie lager ligt dan de langetermijnprijs en naar verwachting dus vrijwel geen subsidie zal ontvangen, terwijl een gemiddeld wind op land project nog een subsidie-intensiteit van bijna 10 €/MWh heeft. Voor zon-PV is dit verschil overigens veel kleiner. Daar lag het basisbedrag van de goedkoopste categorie in 2020 5% onder het gemiddelde.

Bij biomassacategorieën zijn de verschillen nog veel groter, maar zijn er ook grote verschillen in de technieken, zowel wat betreft de geproduceerde energiedragers als wat betreft de gebruikte feedstocks. Hierdoor is de impact op doelmatigheid lastiger te kwantificeren. Zowel bij verbranding

⁵⁸ Tweede kamer (2014). [Vragen van het lid van Tongeren ingezonden op 18 Juni 2014.](#)

⁵⁹ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2017). [Regeling aanwijzing categorieën duurzame energieproductie najaar 2017](#)

⁶⁰ Dit betreft de laatste openstellingsronde van de SDE+ in 2020. In de SDE++ ronde in 2020 waren er nog meer categorieën toegevoegd.

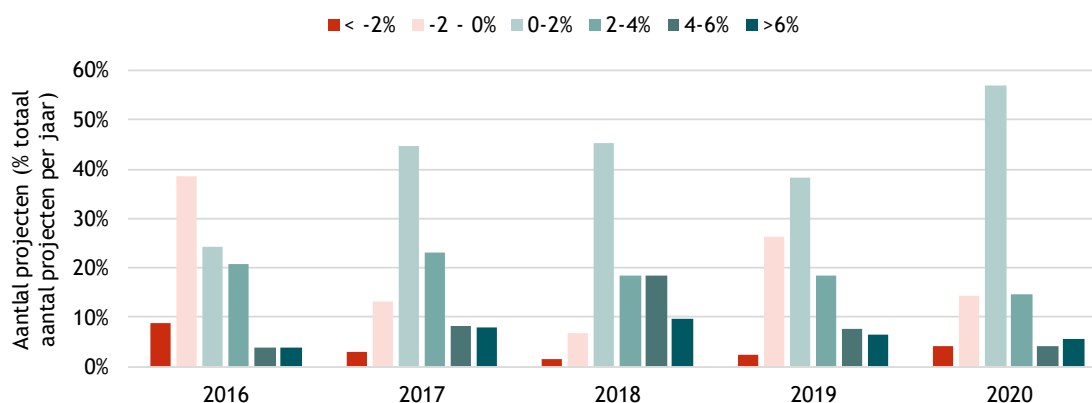
en vergassing van biomassa als bij vergisting van biomassa is de goedkoopste categorie ongeveer 50% goedkoper dan de gemiddelde categorie. Hoewel hier ook deels geldt dat deze differentiatie de ruimte om overwinsten te behalen beperkt, speelt hier ook een rol dat er een grote diversiteit aan technieken en feedstocks onder vallen die mogelijk niet allemaal onder de initiële, meer generieke projectcategorieën gesubsidieerd werden.

3.2.4 Rentabiliteit en conclusie over aansluiting subsidie - subsidiebehoefte

De verschillende mechanismen om de doelmatigheid te bevorderen hebben een significante bijdrage geleverd om overwinsten tegen te gaan. Voorbeelden hiervan zijn de effectieve prikkel om korting te geven als gevolg van indiening in de vrije categorie, het vaststellen van basisbedragen met inbegrip van verwachte toekomstige kostendalingen en de opsplitsing van projectcategorieën aan de hand van verschillen in de verwachte vollasturen. Deze mechanismen dragen bij aan de doelmatigheid van de SDE+.

Voor de meerderheid van de projecten is het verschil tussen het verwachte rendement en de minimale rendementseisen beperkt en sluit de SDE+ dus goed aan bij de subsidiebehoefte. Wanneer we het verschil tussen de verwachte rendementen *inclusief*⁶¹ SDE-inkomsten (o.b.v. de exploitatieberekeningen⁶²) en de minimale rendementseisen (o.b.v. PBL) analyseren, zien we dat voor de meerderheid van de projecten het verschil slechts 0 tot 2% bedraagt (zie Figuur 3-12). Hiernaast zien we dat in 2016 er relatief veel projecten zijn waarbij de verwachte IRR met SDE+ lager is dan de minimale rendementseis. Verder valt op dat de spreiding in het verschil tussen het verwachte rendement en de WACC door de jaren heen steeds kleiner wordt.

Figuur 3-12 Verschil in procentpunten tussen de IRR met SDE+ uit de exploitatieberekeningen en de WACC gehanteerd door PBL (de IRR met SDE+ min de WACC), per jaar.



Bron: Trinomics o.b.v. exploitatieberekeningen RVO (2021, niet publiek) & eindadviezen SDE+ '16-'20 (PBL en ECN).

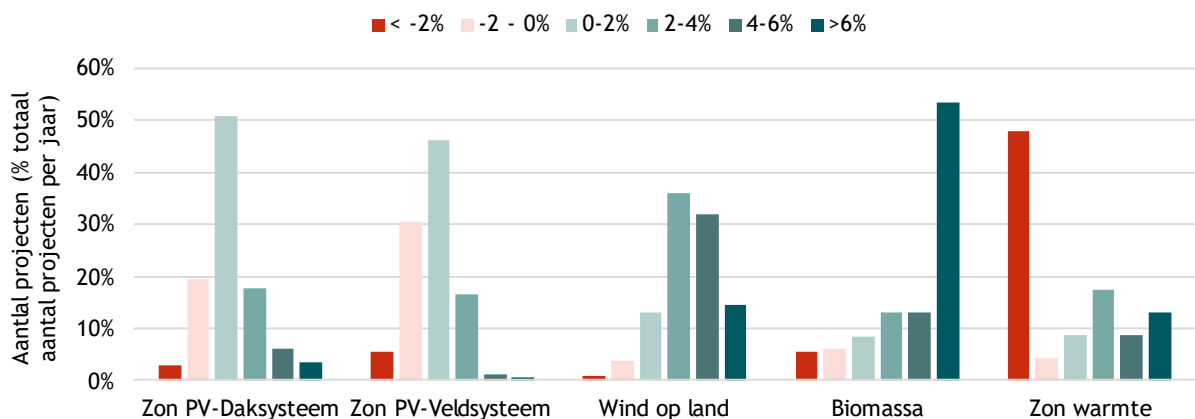
Toch blijft er voor een deel van de projecten gelegenheid tot het maken van overwinsten, bijvoorbeeld bij technieken met veel variëteit in de projectkarakteristieken binnen een categorie. Met name voor biomassaprojecten en wind op land projecten wordt voor een substantieel deel van de projecten hoge rendementen verwacht. Zoals weergegeven in Figuur 3-13 geldt voor 15% van de wind op land projecten en voor 53% van de biomassaprojecten dat het verschil tussen de verwachte rentabiliteit en de minimale rendementseis meer dan 6% punten bedroeg in de periode 2016-2020. Zoals besproken in sectie 2.3 bestaat er een prikkel om de rentabiliteit gunstig in te schatten in de

⁶¹ In tegenstelling tot de analyse over additionaliteit waarbij we de verwachte rendementen exclusief subsidie-inkomsten berekenden.

⁶² Zie sectie 2.3 voor meer informatie over deze bron en methode.

exploitatieberekeningen, hetgeen een lichte positieve bias van de rentabiliteit in de exploitatieberekeningen verklaart. Voor biomassa geldt bovendien dat het aantal draaiuren in de eerdere jaren te optimistisch werd ingeschat. Dit leidt ook tot een significante overschatting van de verwachte rentabiliteit. Toch is het aannemelijk dat er ruimte bestond voor overwinsten bij biomassaprojecten en wind op land, vanwege de variëteit in projectkarakteristieken (bv. marktinkomsten) binnen een categorie (zoals windsnelheid bij wind op land en de feedstockkosten bij biomassa). Deze conclusie wordt bevestigd door onderzoekers van de Universiteit Groningen die overstimulering bij Nederlandse wind op land projecten hebben onderzocht en concluderen dat de variatie in projectkarakteristieken (windsnelheid) i.c.m. beperkte categoriedifferentiatie tot overwinsten heeft geleid (zie Box 3-1). Verdere differentiatie van projectcategorieën aan de hand van verwachte windsnelheden zou dit tegen kunnen gaan.

Figuur 3-13 Verschil in procentpunten tussen de IRR met SDE+ uit de exploitatieberekeningen en de WACC gehanteerd door PBL, per techniek voor de periode 2016-2020.



Bron: Trinomics o.b.v. exploitatieberekeningen RVO (2021, niet publiek) & eindadviezen SDE+ '16-'20 (PBL en ECN).

Alles overwegende concluderen we dat verschillende mechanismen in de SDE+ effectief bijdragen aan de aansluiting van de SDE+ bij de subsidiebehoefte. Toch blijft er ruimte bestaan voor het maken van overwinsten, met name bij technieken met veel variatie in projectkarakteristieken en bij technieken met een beperkte prikkel om aan te bieden in de vrije categorie. Het maken van overwinsten is deels inherent aan een generieke regeling als de SDE+. De interactie tussen verschillende componenten van de SDE+ (de vrije categorie, de gefaseerde openstelling, de basisbedragen en categoriedifferentiatie) dragen aanzienlijk bij aan de aansluiting van de SDE+ bij de subsidiebehoefte. Toch biedt SDE+ ruimte voor overwinsten, bijvoorbeeld bij technieken met een zeer beperkte prikkel om in de vrije categorie aan te bieden en bij technieken met veel variatie in projectkarakteristieken (binnen één categorie). Overwinsten zijn inherent aan een generieke regeling waarbij een groot deel van het potentieel moet worden ontsloten. Met maatwerk zouden overwinsten weliswaar kunnen worden ingeperkt, maar zouden de uitvoeringskosten vele malen hoger zijn waardoor maatwerk waarschijnlijk tot hogere maatschappelijke kosten zou leiden. Ook is het door de informatieasymmetrie tussen overheid en projectontwikkelaar lastig om een voldoende nauwkeurige inschatting van de daadwerkelijke winstgevendheid te maken.

Box 3-1 Relevante bevindingen *Design of Renewable Support Schemes and Windfall Profits: A Monte Carlo Analysis for the Netherlands* m.b.t. overwinsten in de SDE+ (Hulshof & Mulder, 2021).

In de wetenschappelijke publicatie *Design of Renewable Support Schemes and Windfall Profits: A Monte Carlo Analysis for the Netherlands* wordt onder andere onderzoek gedaan naar overwinsten in de Nederlandse subsidies voor wind op land.⁶³ Overwinsten worden hierbij gedefinieerd als het verschil tussen de subsidie en het minimale subsidiebedrag dat nodig was geweest voor het realiseren van een project. Hulshof & Mulder simuleren de minimale subsidie-intensiteit voor Nederlandse wind op land projecten in 2003, 2009 en 2018 en vergelijkt deze met de daadwerkelijke subsidie intensiteit. Voor de projecten uit 2018 maken ze ook project-specifieke berekeningen van de onrendabele top.

De resultaten laten zien dat de absolute overwinsten zijn afgenomen van gemiddeld €2,42 cent/kWh in 2003 naar €0,85 cent/kWh in 2018, maar de relatieve oversubsidiëring (als percentage van het subsidiebedrag) bleef met 32% in 2018 constant. De afname in absolute overwinsten wordt grotendeels verklaard door aanpassingen in de subsidieregelingen, zoals projectdifferentiatie in de SDE+. Daarnaast tonen Hulshof & Mulder aan dat de benodigde subsidie-intensiteit van daadwerkelijk gerealiseerde projecten lager was dan het gemiddelde, waardoor de overwinsten bij deze projecten hoger waren (1,28 cent/kWh). Daaropvolgend concluderen Hulshof & Mulder dat investeerders projecten selecteren met de hoogste overwinsten, waarschijnlijk dankzij hun betere informatiepositie t.o.v. de overheid. Deze informatieasymmetrie is eerder genoemd als grootste uitdaging in het limiteren van overwinsten. Overheden kunnen specifieke projectkarakteristieken immers niet observeren waardoor vaak voor generieke regelingen wordt gekozen. Deze generieke regelingen resulteren in overwinsten voor projecten met relatief lage kosten. Hulshof & Mulder bevelen verdere projectdifferentiatie aan om overwinsten te limiteren.

3.3 Rangschikingsmethode

De toepassing van het *first-come-first-serve* principe kan tot verminderde doelmatigheid leiden. Bij de huidige rangschikingsmethodiek worden projecten in eerste instantie gerangschikt op basis van datum van indiening; het *first-come-first-serve* principe, maar op de dag van budgetuitputting worden de projecten gerangschikt op basisbedrag (van laag naar hoog). In principe is het mogelijk wanneer het budget niet wordt uitgeput op dag 1 van een openstellingsronde, dat het *first-come-first-serve* principe leidt tot het beschikken van duurdere projecten die op basis van volledige rangschikking op basisbedrag niet beschikt zouden zijn.

De *first-come-first-serve* methodiek heeft in beperkte mate de doelmatigheid van de regeling vermindert. Om de doelmatigheid van verschillende rangschikingsmethododes op een eerlijke manier met elkaar te vergelijken dienen deze methododes vergeleken te worden op basis van de verwachte subsidie-intensiteit, dat wil zeggen het verschil tussen het basisbedrag en lange termijn energieprijzen. Wanneer we dan de huidige rangschikingsmethodiek vergelijken met een situatie waarin alle projecten worden gerangschikt op basisbedrag en geen fases gelden, blijkt dat dit de gemiddelde subsidie-intensiteit van beschikte projecten over de gehele looptijd van de SDE+ met 1,3% had kunnen verlagen (Figuur 3-14).⁶⁴ De grootste verschillen tussen de rangschikingsmethododes zijn te zien in de eerste

⁶³ Hulshof & Mulder (2021). *Design of Renewable Support Schemes and Windfall Profits: A Monte Carlo Analysis for the Netherlands*.

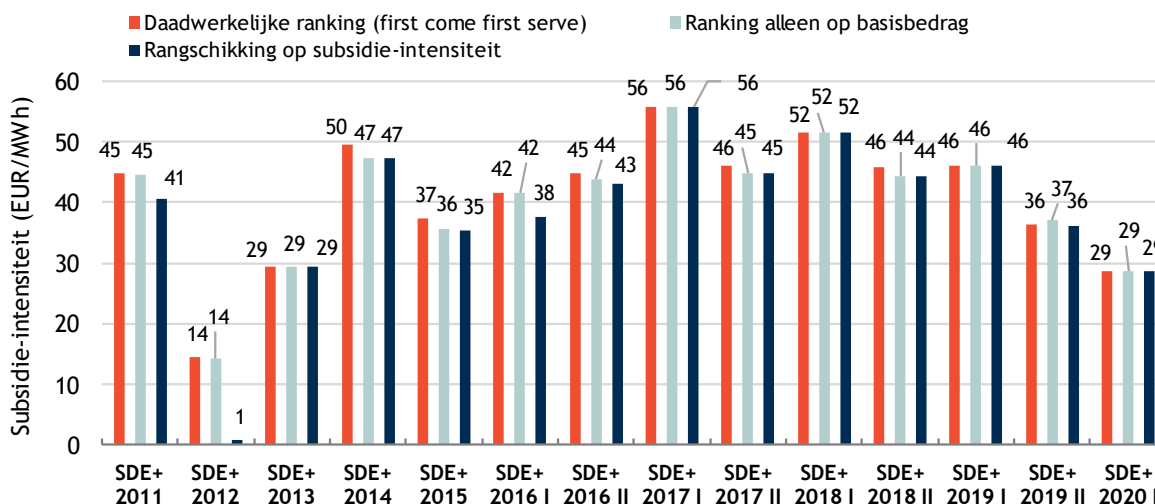
⁶⁴ Voor het berekenen van de langetermijnprijzen per categorie zijn de basisenergieprijzen vermenigvuldigd met een factor 1.5. Dit is geldig voor de elektriciteit- en groen gas categorieën maar voor WKK-categorieën kunnen in werkelijkheid afwijkingen van deze factor bestaan. Echter, een gevoeligheidsanalyse op deze parameter liet zien dat de impact van het variëren van deze factor een verwaarloosbare impact op de rangschikking heeft.

jaren,⁶⁵ terwijl in de laatste jaren het verschil wegvalt doordat de overgrote meerderheid van de projecten op de eerste dag van de openstellingsronde aanbiedt, waardoor in die rondes al wordt gerangschikt op basisbedrag en er daarmee in praktijk geen verschil meer is tussen beide rangschikkingsmethodes. Het verschil in de eerste jaren komt ook ten dele voort uit het feit dat groen gas projecten met een lagere subsidie-intensiteit (en een lager basisbedrag) pas in een latere fase in konden dienen door lagere fasegrenzen voor groen gas dan voor elektriciteit, hetgeen tot een verminderde doelmatigheid heeft geleid. Verder moet opgemerkt worden dat we bij deze analyse impliciet aannemen dat de kortingen die gegeven worden bij een andere rangschikkingsmethode en zonder toepassing van fases hetzelfde zou blijven. Hoe dit daadwerkelijk uit zal pakken is moeilijk te voorzien aangezien volledige rangschikking op basisbedragen en zonder fases voor een deel van de projecten een grotere prikkel tot het geven van een korting kan leiden, maar voor een ander deel tot een lagere prikkel. Wat hiervan het netto resultaat zal zijn is moeilijk te voorzien.

Rangschikking op basis van verwachte subsidie-intensiteit had de doelmatigheid van de regeling nog iets verder kunnen verhogen. Hoewel rangschikking op basisbedrag een indicatie geeft van de relatieve kosten van de verschillende projecten, wordt de daadwerkelijke subsidie-intensiteit (subsidie per MWh geleverde energie) bepaald door het verschil tussen het basisbedrag en de lange termijn energieprijzen. Dit betekent dat door verschillen in lange termijn prijzen tussen de verschillende energiedragers, sommige projecten met een hoger basisbedrag toch een lagere subsidie-intensiteit kunnen hebben. Een theoretische rangschikking op basis van verwachte subsidie-intensiteit had de gemiddelde subsidie-intensiteit over de gehele looptijd van de SDE+ met zo'n 5% kunnen verlagen. Echter, dit verschil is ten dele te verklaren door de methode waarop het budgettaire beslag van projecten wordt bepaald, waardoor er bij de rangschikking op verwachte subsidie-intensiteit substantieel minder projecten beschikt zouden zijn in 2011 en 2012.⁶⁶ Het is belangrijk op te merken dat in deze analyse alleen gekeken is naar de doelmatigheid in het kader van de besteding van SDE+ budget. Andere impacts op maatschappelijke kosten, zoals gedeerde belastinginkomsten zijn niet in de analyse meegenomen.

⁶⁵ Dit kwam met name door verschillende fasegrenzen voor elektriciteitsprojecten en groen gas projecten.

⁶⁶ Dit verschil wordt echter grotendeels veroorzaakt door de 2012 ronde waar 66% minder productie beschikt wordt bij rangschikking op subsidie-intensiteit t.o.v. de daadwerkelijke rangschikking. Dit komt doordat het budgettaire beslag van een project wordt bepaald o.b.v. de maximale subsidie-intensiteit (o.b.v. de basisenergieprijs) en dus niet de verwachte subsidie-intensiteit.

Figuur 3-14 Impact van rangschikkingmethode op gemiddelde subsidie-intensiteit beschikte projecten.


Bron: RVO (2021) SDE+ database

NB: De subsidie-intensiteit in 2012 ligt substantieel lager in andere jaren doordat er bijna alleen warmteprojecten beschikt zijn (die zeer lage subsidie-intensiteiten hebben).

De opties om de rangschikkingmethode te veranderen binnen de huidige wetsartikelen zijn beperkt, waardoor voor de meest optimale rangschikkingmethode een wetwijziging nodig lijkt te zijn. In hoeverre de kosten van deze wetwijziging opwegen tegen de baten is niet beoordeeld. Op basis van verschillende gesprekken met RVO hebben wij begrepen dat de mogelijkheden om de rangschikkingmethode aan te passen beperkt zijn binnen de huidige wetsartikelen met betrekking tot de SDE. De huidige SDE+ wetgeving biedt twee mogelijkheden, namelijk een ‘officiële’ aanbesteding of de *first-come-first-serve* methode. Hierdoor moet wanneer afgestapt wordt van een *first-come-first-serve* rangschikking op een volledige tender overgestapt worden, waarbij alle projecten beoordeeld worden na de einddatum van de openstellingsronde. Hierdoor is er geen gelegenheid om ontbrekende documenten nog aan te leveren binnen de openstellingstermijn en moeten ook bij overtekening alle inschrijvingen volledig beoordeeld worden, wat de flexibiliteit beperkt en tot extra administratieve lasten kan leiden in rondes waarin het budget overtekend wordt. Bovendien is onduidelijk of de subsidiebedragen per techniek binnen een tender nog kunnen worden gemaximeerd, zoals nu gedaan wordt door de basisbedragen.

Wanneer ervoor gekozen zou worden om de wet aan te passen is er naar verwachting meer mogelijk en zou een meer op maat gemaakt systeem ontworpen kunnen worden. Hierbij kan gedacht worden aan een systeem waarbij:

1. Projecten gerangschikt worden op (verwacht) subsidiebedrag, wat de meest nauwkeurige parameter is om de verwachte kosteneffectiviteit te beoordelen en in de SDE++ regeling inmiddels ook al als leidende parameter wordt gebruikt.
2. Er nog wel fasebedragen van toepassing zijn op basis van een vooraf vastgesteld maximaal subsidiebedrag per fase, zodat projecten die in de eerste fases indienen nog tijd hebben om ontbrekende stukken aan te leveren en projecten ingediend in fases waarin het budget al is uitgeput niet meer beoordeeld hoeven te worden.
3. Projecten ingediend in de fase waarin het budget uitgeput wordt, volledig gerangschikt worden op subsidiebedrag. Hierbij speelt de specifieke indieningsdatum dus geen rol meer en wordt voorkomen dat kosteneffectieve projecten die té laat ingediend hebben buiten de boot vallen.

De hierboven beschreven methode behoudt de sterke punten van de huidige rangschikkingssystematiek en voorkomt grotendeels dat kosteneffectieve projecten niet beschikt worden. Op basis van voorgaande analyse wordt de regeling hierdoor iets doelmatiger, hoewel dit effect in de laatste jaren beperkt van omvang was. Een bijkomend voordeel is dat de piek van indieningen op de eerste dag van een fase voorkomen wordt, hoewel deze piek de laatste jaren voor RVO geen praktische uitdagingen meer heeft opgeleverd in de uitvoering. In hoeverre deze baten tegen de kosten voor een wetwijziging en eventuele risico's op onduidelijkheid in de markt opwegen hebben wij binnen deze studie niet beoordeeld.

3.4 Uitvoeringskosten en tevredenheid

Om een compleet beeld te krijgen van de doelmatigheid van de regeling maken we een inschatting van de uitvoeringskosten die gemaakt worden door overheid en indieners en plaatsen we deze in de context van de algemene tevredenheid met de regeling. Hierbij onderscheiden we de door de overheid gemaakte kosten (uitvoeringskosten) en door aanvragers gemaakte kosten (administratieve lasten). Verder baseren we ons voor dit deel van de evaluatie veelvuldig op de resultaten van de enquête die gestuurd is naar een representatieve groep aanvragers van de SDE+ subsidie.⁶⁷ In deze enquête is relevante input verzameld over de tevredenheid met de regeling, potentiële verbeterpunten en een kwalitatieve beoordeling over de verhouding tussen de benodigde inspanning om een subsidieaanvraag in te dienen en de verwachte baten.

3.4.1 Uitvoeringskosten overheid

De uitvoeringskosten van de SDE+ door RVO, het PBL en partners waren €11,5 miljoen in 2018. De uitvoeringskosten van de totale regeling worden hierdoor geschat op 0,36% van de verwachte totale kasuitgaven, waardoor de uitvoering van de SDE+ zeer doelmatig is in vergelijking met andere regelingen. De uitvoeringskosten van RVO zijn in 2018 €10,8 miljoen euro (inclusief ICT-kosten). De uitvoeringskosten van het PBL bedroegen in peiljaar 2018 ongeveer €700.000, inclusief inhuur van externe expertise van onder andere TNO en DNV GL. Naar verwachting zijn de uitvoeringskosten van het PBL en RVO in 2018 ook tot zekere hoogte representatief voor andere jaren; in de eerste jaren waren er weliswaar minder openstellingsrondes en aanvragen, maar kostte het opzetten en verbeteren van de uitvoering van de regeling ook extra tijd. De totale uitvoeringskosten over 10 jaar zijn gelijk aan 0,36% van de totale kasuitgaven over de gehele looptijd van de SDE+ beschikkingen. Indien we de totale uitvoeringskosten delen door de verwachte gerealiseerde productie van de regeling, dan zijn de uitvoeringskosten €0,16 per MWh. Ter vergelijking waren de uitvoeringskosten van de Energie-investeringsaftrek (EIA) 4,4% van de totale uitgaven en 1,9% bij het topsectorenbeleid energie tot 2012.⁶⁸

⁶⁷ In het kort: Er is een enquête gestuurd naar een representatieve selectie van organisaties met een aanvraag tussen 2015 t/m 2020. De enquête is ingevuld door 430 organisaties verspreid over de verschillende techniekcategorieën en geven een (in zekere mate) representatief beeld van de aanvragers van SDE+ subsidie. Wel hebben vooral de organisaties met één of meerdere succesvolle aanvragen de enquête ingevuld. De enquête is dus op organisatieniveau verstuurd; zowel organisaties met een enkele projectaanvraag als grote organisaties met meer dan 50 projectaanvragen hebben de enquête eenmaal ingevuld. In de appendix is verdere (methodologische) informatie te vinden.

⁶⁸ CE Delft (2018). [Beleidsevaluatie Energie-investeringsaftrek 2012-2017](#).

3.4.2 Administratieve lasten aanvragers

Op basis van de enquête ligt de gemiddelde administratieve last per aanvrager op 6 à 7 mandagen. Met behulp van de enquête is een inschatting gemaakt van de administratieve lasten per aanvraag.⁶⁹ Het gewogen gemiddelde van het aantal mandagen dat nodig is voor het aanvraagproces is 6,6 mandagen. Ongeveer 94% van alle aanvragen voor een SDE+ subsidie is voor zon-PV-projecten. Daarom ligt het gewogen gemiddelde in de buurt van het gemiddelde van een zon-PV-aanvraag. Het aantal mandagen dat gemiddeld nodig is voor een aanvraag verschilt echter per techniekcategorie. Zo zijn de administratieve lasten voor een aanvraag voor een geothermieproject het hoogst (meer dan 25 mandagen gemiddeld). Een aanvraag voor biomassa of groen gas kost rond de 10 à 15 mandagen. De administratieve lasten voor zon-PV, zon warmte en wind op land kosten gemiddeld ongeveer 7 mandagen.

In totaal schatten we de administratieve lasten op iets minder dan 1% van de totale verwachte kasuitgaven. Uit de enquête blijkt dat aanvragers de administratieve lasten in verhouding vinden staan of zelfs beperkt vinden ten opzichte van de (mogelijke) baten van de subsidie. Bij een uurtarief bij organisaties van €100 komen de administratieve lasten van de gehele regeling tussen 2011 en 2020 uit op €305 miljoen oftewel €30,5 miljoen per jaar. Dit is gelijk aan iets minder dan 1% van de totale verwachte kasuitgaven van de SDE+ of komt neer op €0,44 per MWh op basis van de verwachte totale gerealiseerde productie over de gehele looptijd van de SDE+. In de enquête is aan aanvragers gevraagd of ze de administratieve tijdsinspanning redelijk vinden. 86% van de respondenten vindt de gevraagde tijdsinspanning in verhouding staan met de mogelijke baten of zelfs beperkt of zeer beperkt (24%). We zien tussen aanvragers in verschillende techniekcategorieën geen significante verschillen in de antwoorden op deze vraag.

3.4.3 Tevredenheid met uitvoering van SDE+

Het gemiddelde rapportcijfer dat aanvragers geven aan de gehele SDE+ is een 7,0 en 88% geeft een voldoende. Dit is het gemiddelde rapportcijfer van alle respondenten op de enquête. Het rapportcijfer is vergelijkbaar voor aanvragers binnen alle techniekcategorieën, behalve voor de categorie vergisting (inclusief groen gas). Aanvragers in deze categorie geven een 5,8 gemiddeld en geven ook in andere sectie van de enquête negatievere antwoorden.

De informatievoorziening vanuit RVO over de SDE+ wordt als voldoende gewaardeerd door aanvragers en is licht verbeterd ten opzichte van de vorige evaluatie van de SDE+ in 2016. In de enquête is specifieke gevraagd naar de informatievoorziening vanuit RVO. Aanvragers geven deze informatievoorziening vanuit RVO gemiddeld een 6,8. 86% van de aanvragers beoordeeld de informatievoorziening als voldoende. In de vorige evaluatie was de gemiddelde score iets lager met een 6,6. Opvallend is dat het gemiddelde rapportcijfer gegeven door aanvragers van vergistingsprojecten (waaronder groen gas) significant lager ligt dan voor andere techniekcategorieën: zowel de informatievoorziening als de regeling in zijn geheel krijgt een krappe voldoende (5,8) waarbij een significant aantal respondenten een onvoldoende geeft.

⁶⁹ Verdere administratieve lasten gemaakt na het aanvraagproces tijdens de beschikking zijn niet meegenomen in de berekening. In de enquête is gevraagd naar het aantal mandagen *inclusief* het gebruik van intermediairs of andere externe adviseurs.

Verder gebruiken aanvragers tijdens het aanvraagproces voornamelijk de website van RVO voor informatie (75%). Andere veelgebruikte kanalen zijn mailcontact met RVO (29%), telefonisch contact (25%), brochures (15%) en informatiebijeenkomsten (9%).

Het merendeel (58%) van de aanvragers vindt het realistisch en haalbaar om te voldoen aan de gestelde aanvraagvereisten voor een SDE+ subsidie, hoewel de aanvraagvereisten voor niet gespecialiseerde aanvragers als ingewikkeld worden ervaren. Verder reageert 32% van de respondenten op de enquête neutraal op bovenstaande stelling en enkel 10% is het oneens of helemaal oneens. Dit beeld is vergelijkbaar voor de meeste techniekcategorieën, hoewel voor vergisting en waterkracht men gemiddeld de aanvraagvereisten minder haalbaar en realistisch vindt. Wel geven meerdere respondenten aan dat het aanvraagproces vrij ingewikkeld is. Dit zijn vooral organisaties waarbij energieproductie niet de hoofdactiviteit, zoals boeren die zonnepanelen op hun stal willen leggen. Hierdoor maken veel van deze kleinere aanvragers gebruik van externe adviesbureaus (intermediairs) om de SDE+ aanvraag te doen.

In de enquête zijn door aanvragers vele aandachtspunten benoemd over de uitvoering van de SDE+. Veel resultaten van de enquête zijn al verwerkt in de andere secties van het evaluatierapport. Er zijn echter ook een aantal relevante punten specifiek gericht op de uitvoering van de SDE+ Hieronder staan enkele veelgenoemde aandachtspunten:

- Hoewel de invoering van een transportindicatie kan helpen bij het verminderen van uitval door netcongestie, wordt het ook als vertragende factor gezien in het aanvraagproces. Bovendien noemen verschillende respondenten dat het na het verkrijgen van een positieve transportindicatie later blijkt dat de benodigde netcapaciteit toch niet beschikbaar is en het project niet door kan gaan.
- Enkele respondenten geven aan dat ze zich zorgen maken over de hoogte van het definitieve correctiebedrag in 2021. De korte termijn energieprijzen zijn namelijk significant gestegen, terwijl veel projecten gebruikmaken van lange termijncontracten met afnemers waarin deze prijsstijging niet te zien is. Indien het correctiebedrag in 2021 door de prijsstijgingen veel hoger is dan de verkregen marktprijs voor projecten met lange termijncontracten, kan dit de business case significant beïnvloeden. Bij biomassa-projecten op basis van internationaal verhandelde biomassa (o.a. houtpellets) speelt ook dat bij hogere elektriciteitsprijzen de biomassaprijs ook stijgt, waar voor berekening van het correctiebedrag niet naar gekeken wordt.
- Uit de enquête en enkele interviews blijkt dat marktpartijen graag willen dat de datum van openstellingsrondes eerder bekend zijn. Hier kunnen aanvragers dan beter rekening mee houden in de planning van bijvoorbeeld vergunningen die voor een beperkte periode geldig zijn. Een soortgelijk punt wordt gemaakt voor de aanvraagvereisten voor nieuwe categorieën: Het zou helpen als de informatie die gevraagd wordt eerder bekend is.

4 Beoordeling mogelijkheden tot meenemen externe effecten in de rangschikking

Externe effecten zijn kosten en baten die niet bij de marktprijs zijn inbegrepen. In het kader van de SDE⁷⁰ gaat het hierbij om maatschappelijke kosten en baten die niet zijn inbegrepen in het basisbedrag. In de economische literatuur worden externe kosten en baten geduid als vormen van marktfalen.⁷¹ Bij marktfalen leidt het marktmechanisme niet tot een efficiënte verdeling van de maatschappelijke kosten en baten. Externe effecten kunnen worden geadresseerd door de externe kosten en baten te internaliseren, zoals door beprijzing of door het beperken van het gebruik via wet- en regelgeving. In het kader van de SDE betreffen de externe effecten de maatschappelijke kosten en baten die geen onderdeel uitmaken van de projectkosten en -opbrengsten en dus niet zijn inbegrepen in de basisbedragen en de daaruit volgende rangschikking.

In dit hoofdstuk wordt verkend of en hoe externe effecten mee kunnen worden genomen in de rangschikkingsmethodiek van de SDE. In de rangschikking wordt bepaald welke projecten subsidie toegewezen krijgen en kan dus gestuurd worden op de wenselijkheid van bepaalde projecten. Op dit moment is deze sturing louter gericht op efficiëntie; de laagste kosten per kilowattuur hernieuwbare energieproductie (dan wel per vermeden ton CO₂ equivalent). In theorie kan ook op andere criteria gestuurd worden, zoals de mate waarin externe kosten optreden.

Het meenemen van externe kosten in de rangschikking van de SDE leidt per definitie tot een vermindering van de doelmatig- en doeltreffendheid gemeten in subsidiekosten per kWh (of vermeden tCO₂-eq), maar zou de bredere effectiviteit—gemeten in maatschappelijke kosten per kWh (of vermeden tCO₂-eq)—kunnen verbeteren. Het meenemen van bredere (externe) effecten in de rangschikking leidt tot een minder directe sturing op subsidiekosten, en daarmee inherent tot lagere efficiëntie met betrekking tot subsidiekosten. Het meenemen van externe effecten in de rangschikking van de SDE zou daarentegen wel kunnen leiden tot hogere efficiëntie en effectiviteit met het oog op maatschappelijke kosten per kWh of per vermeden tCO₂-eq.

Enkel de technische haalbaarheid van het meenemen van externe effecten in de rangschikking van de SDE wordt in dit hoofdstuk verkend. Alternatieve beleidsinstrumenten—zowel binnen de SDE (bijvoorbeeld met projectcriteria) als buiten de SDE (zoals algemene wet- en regelgeving)—zijn expliciet buiten beschouwing gelaten. Hiermee is ook de bredere beleidsafweging over het adresseren van externe effecten in de rangschikking van de SDE niet onderzocht. Dit hoofdstuk is als volgt opgebouwd: sectie 4.1 verkent de meest relevante externe effecten in de context van SDE+, sectie 4.2 verkent mogelijkheden om deze externe effecten te adresseren in de rangschikking van de SDE en sectie 4.3 benoemt bredere maatschappelijke overwegingen en presenteert de conclusies.

4.1 Identificatie van de meest relevante externe effecten van SDE+ projecten

Om tot een selectie te komen van de meest relevante externe effecten scannen we de relevantie van de externe kosten per SDE+ techniek. Hierbij kijken we naar externe effecten op: het

⁷⁰ Wanneer we over de SDE-regeling in het algemeen praten, ongeacht of dit de periode van de SDE+ of SDE++ was, verwijzen we naar de regeling met 'SDE'.

⁷¹ Zie bijvoorbeeld Pigou (1920). *The Economics of Welfare* (London: Macmillan).

energiesysteem, milieu, gezondheid en landschap & leefomgeving. Externe effecten zijn vaak al (gedeeltelijk) geadresseerd, bijvoorbeeld in wet- en regelgeving. Deze externe effecten worden in de scan alsnog genoemd om een zo'n compleet mogelijk beeld te krijgen. De resultaten zijn samengevat in Tabel 4-1 en worden hieronder per effect toegelicht.

Tabel 4-1 Relevantie externe kosten per SDE+ techniek.

Techniek	Energiesysteem	Milieu	Gezondheid	Landschap/omgeving
Zon PV, veld	•••	•		••
Zon PV, dak	••			
Zon warmte				
Wind op land	••	•	••	•••
Groen gas		•	•	
Biomassa		•••	•••	•
Geothermie		••	•	

O.b.v. inzichten van het onderzoeksteam: • enigszins relevant, •• relevant, ••• zeer relevant

Systemeffecten—zoals kosten voor verzwaring van elektriciteitsnetten en de kosten voor de flexibele (back-up) capaciteit—stijgen naarmate de energietransitie vordert. De systeemkosten voor intermitterende bronnen (met name zon-PV) zijn hoog t.o.v. andere technieken. Sinds de start van de SDE+ hebben zich in toenemende mate problemen voorgedaan rondom de aansluitbaarheid van beschikte zon-PV-projecten door onvoldoende capaciteit in elektriciteitsdistributienetten. Naarmate de energietransitie vordert stijgen ook de kosten rondom benodigde flexibele capaciteit op systeemniveau. Waar prijsvorming op de elektriciteitsmarkt normaliter voor een prikkel zorgt om productie af te stemmen op consumptie (bij overproductie zal de prijs immers naar nul gaan), wordt deze prikkel door de onrendabele top vergoeding die de SDE+ geeft gedempt. Ook in uren met overproductie zal namelijk subsidie gegeven worden tot het niveau van de basisenergieprijs⁷², waardoor er nog steeds een substantiële vergoeding wordt verkregen voor de geproduceerde elektriciteit en er dus minder noodzaak is om overproductie te beperken (bv. door gebruik van batterijen).

Indirecte systeemkosten van energieprojecten worden gesocialiseerd via de tariefregulering. Dit betekent dat de eventuele kosten voor bijvoorbeeld de verzwaring van het elektriciteitsnet niet worden gedragen door de projectontwikkelaar van een energieproject en ook niet worden meegenomen in het bepalen van de onrendabele top, maar neerkomen bij de (semipublieke) netbeheerder. Alliander heeft recentelijk becijferd dat de keuzes van technieken in combinatie met locaties voor hernieuwbare energieproductie in de regionale energiestrategieën (RES) tot € 700 miljoen meerkosten leiden t.o.v. een oplossing met de laagste netwerkkosten in de gebieden waarin Alliander actief is.⁷³

Systeemkosten kunnen sterk verschillen tussen technieken. Hoewel alle technieken gepaard gaan met systeemkosten (zoals buisleidingen bij groen gas), zijn met name de systeemkosten voor intermitterende bronnen relevant, zoals zon-PV en wind. De systeemkosten van andere technieken zijn aanzienlijk lager. Systeemkosten kunnen ook sterk verschillen binnen technieken, afhankelijk van de locatiekeuze, lokale karakteristieken voor vraag en aanbod, en transportcapaciteit in de lokale infrastructuur.

⁷² Wanneer negatieve prijzen langer dan 6 uur aaneengesloten optreden is dit overigens niet het geval, maar dat kwam pas in 2020 voor het eerst voor.

⁷³ Financieel Dagblad (2021) "Betere planning zonneweides en windparken kan €700 mln besparen"

Vrijwel alle SDE+ technieken worden gerelateerd aan externe milieueffecten, zoals de invloed van zonnevelden op de biodiversiteit, van windparken op vogels en van geothermie op de bodemkwaliteit. De milieueffecten van biomassa zijn het meest relevant. In een recent onderzoek van Trinomics⁷⁴ naar de externe milieukosten van energietechnieken worden met name verschillen getoond tussen SDE+ technieken op het gebied van fijnstof, toxiciteit en landgebruik. Uit het onderzoek blijkt bovendien dat de externe milieukosten van biomassa significant hoger zijn dan die van andere technieken, vanwege landgebruik en luchtverontreiniging. Andere SDE+ technieken gaan echter ook gepaard met externe milieueffecten. Zo blijkt uit onderzoek van de Wageningen Universiteit en TNO dat zonnevelden een negatieve impact kunnen hebben op de biodiversiteit en bodemkwaliteit, maar kan de biodiversiteit ook verbeteren afhankelijk van ontwerpkeuzes op het gebied van locatiekeuze, veldopstelling en ecologische inpassing (afstand tussen panelen, richting van panelen en het percentage natuur op het perceel).⁷⁵ Ook windparken hebben negatieve effecten op het milieu. Volgens de Vogelbescherming kunnen windparken leiden tot verlies van leefgebied voor vogels, barrièrevorming en directe vogelsterfte.⁷⁶ Bij mestvergisting worden de grondstoffen die niet uit reststromen bestaan (zoals mais) geassocieerd met negatieve milieueffecten en bij de verbranding van groen gas komt onder andere stikstof vrij.⁷⁷ Anderzijds leidt mestvergisting tot een reductie van de uitstoot van methaan en lachgas. Bij geothermie worden risico's op lekkages (die de grond- en waterkwaliteit kunnen beïnvloeden) als relevante milieurisico's genoemd, bijvoorbeeld door Witteveen+Bos.⁷⁸ De kosten voor ontmanteling en opruiming van een geothermielocatie zijn ook niet in de projectkosten meegenomen.

Een aantal externe milieueffecten kunnen zich vertalen in gezondheidseffecten, waarbij de effecten van biomassacentrales en windmolens het meest relevant lijken. Volgens recent onderzoek van RIVM zijn de negatieve externe gezondheidseffecten van nieuwe energiebronnen vrij klein.⁷⁹ RIVM noemt de gezondheidseffecten als resultaat van luchtverontreiniging van biomassacentrales en houtkachels en van hinder door windmolens, door geluid en slagschaduw het meest relevant op dit moment. Andere effecten die door RIVM worden genoemd zijn: het effect van groen gas op luchtkwaliteit en het effect op waterkwaliteit van geothermie (een risico dat kan worden gemitigeerd door de locatiekeuze).

Maatschappelijke weerstand voor hernieuwbare energieprojecten neemt toe, onder andere vanwege de impact van projecten op het landschap bij wind op land en in mindere mate bij zonnevelden. Dit wordt ook erkend door PBL dat in een recente publicatie benoemt dat het energietransitie beleid en ruimtelijk beleid onvoldoende op geïntegreerde wijze worden aangepakt.⁸⁰ Volgens PBL kan landschapsinclusief omgevingsbeleid bijdragen aan het verhogen of behouden van draagvlak. In een onderzoek van de Nederlandse Vereniging voor Tuin- en landschapsarchitectuur (NVTL)⁸¹ worden een aantal concrete maatregelen voorgesteld om windparken beter in te passen in het landschap, zoals het clusteren van windenergie, rekening houden met landschapsstructuren en het versterken van het landschap om de turbines. Bij een goed landschapsinclusief beleid kan er niet alleen voor gezorgd worden dat negatieve impact van hernieuwbare energieprojecten op het landschap

⁷⁴ Trinomics (2020). [Energy costs, taxes and the impact of government interventions on investments.](#)

⁷⁵ TNO (2021). [Towards nature inclusive east-west orientated solar parks.](#)

Wageningen Environmental Research (2021). [Zonneparken en biodiversiteit: ruimte voor verbetering.](#)

⁷⁶ Vogelbescherming (2020). [5 vragen over windenergie en vogels.](#)

⁷⁷ Patrizio et al. (2017). [Internalizing the external costs of biogas supply chains in the Italian energy sector](#)

⁷⁸ Witteveen+Bos (2019). [Onderzoek \(milieu\)impact inhibitoren geothermie](#)

⁷⁹ RIVM (2021). [Klimaatpakkoord: effecten van nieuwe energiebronnen op gezondheid en veiligheid in Nederland.](#)

⁸⁰ PBL (2019) [Zorg voor landschap - Naar een landschapsinclusief omgevingsbeleid.](#)

⁸¹ NVTL (2021). [Windturbines in levend landschap.](#)

voorkomen wordt, maar kunnen nieuwe hernieuwbare energieprojecten juist ook het landschap versterken of haar een nieuwe identiteit geven.

Hiernaast kunnen er nog externe effecten optreden in de toeleveringsketens van hernieuwbare energietechnieken. Hieronder vallen milieukosten die onder andere bij de winning van grondstoffen optreden en sociale kosten bij productie en assemblage van technieken, bijvoorbeeld wanneer salarissen onder het minimumloon liggen of arbeidsomstandigheden niet op een acceptabel niveau liggen. De mate van ‘circulariteit’ van toeleveringsketens speelt hier ook een rol. Verder kan de geopolitieke impact van afhankelijkheid van toelevering uit bepaalde landen als externe kosten gezien worden. Deze externe kosten zijn niet meegenomen in deze studie die zich enkel richt op externe kosten binnen de landsgrenzen (wat geen oordeel is over de relevantie van effecten buiten Nederland).

4.2 Mogelijkheden om de meest relevante externe effecten mee te nemen in de rangschikking

De meest realistische optie om externe effecten in de rangschikking mee te nemen is om deze te moneteriseren en bij het indieningsbedrag op te tellen of af te trekken. De huidige rangschikkingsmethode is gericht op het minimaliseren van de kosten per kilowattuur (of vermeden ton CO₂ equivalent in de SDE++). Door de externe kosten in dezelfde eenheid uit te drukken kunnen deze opgeteld worden bij het indieningsbedrag en kan de verdere rangschikking volgens dezelfde systematiek verlopen. De externe kosten zullen daarna geen rol meer spelen in de daadwerkelijke subsidiebedragen die uitgekeerd worden, omdat deze kosten niet daadwerkelijk gemaakt worden door het project.

Hierbij zal een keuze gemaakt moeten worden of de externe effecten wel of niet een rol spelen bij het vaststellen van de fase waarin ingediend mag worden. Er kan overwogen worden om deze al mee te nemen in de bepaling van de fase waarin ingediend mag worden, bijvoorbeeld dat een project wat indient voor €0,07 per kWh en externe kosten van €0,02 per kWh heeft niet in kan dienen in de eerste fase wanneer de fasegrens op €0,08 per kWh ligt. Een andere optie is om de externe kosten pas later toe te voegen en enkel een rol te laten spelen in de rangschikking binnen één fase.

Een voorwaarde om externe effecten mee te kunnen nemen in de rangschikking is dat de mate waarin deze optreden vooraf, op het moment van beschikking, voldoende nauwkeurig ingeschat kunnen worden voor een groot volume aan projecten. Tijdens de beschikkingsfase moet namelijk zo snel mogelijk gerangschikt en beschikt worden om de realisatie van projecten niet onnodig te vertragen. Gezien het grote volume aan projecten, lijkt het daarom niet realistisch om enige vorm van maatwerk in de rangschikkingsmethode op te nemen. Een correctie voor externe kosten in de rangschikking zal dus bepaald moeten worden op basis van vooraf vastgestelde en eenvoudig toetsbare criteria zoals de indieningscategorie of de locatie van het project.

De meest haalbare optie is om per techniekcategorie vooraf de externe effecten te bepalen. Hierbij kan voor technieken met significante externe effecten, per indieningscategorie een gemiddeld extern effect bepaald worden. Daarbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan de gemiddelde externe kosten voor back-upcapaciteit voor intermitterende bronnen⁸² of de gemiddelde externe kosten voor verloren levensjaren als gevolg van luchtvervuiling bij technieken waar verbranding plaatsvindt.

⁸² Dit dient niet ter vervanging van de transportindicatie. De transportindicatie is immers bedoeld om non-realiserende tegen te gaan, niet zo zeer om externe effecten te adresseren.

Een verdere verfijning zou doorgevoerd kunnen worden op basis van de locatie van het project.

Hiermee zou bijvoorbeeld aan de hand van de huidige netcongestie op een locatie een differentiatie worden doorgevoerd o.b.v. de mate waarin externe energiesysteemkosten worden veroorzaakt door een project. Zo kan een zon-PV-project in een gebied met een vol transportnet een hogere toeslag voor externe kosten krijgen in de rangschikking dan een project in een gebied met minder krapte in transportcapaciteit. Deze systematiek zou vergelijkbaar zijn met de differentiatie in de basisbedragen voor wind op land, aan de hand van windsnelheden, waarbij een vooraf vastgestelde kaart met gemiddelde windsnelheden leidend is voor het maximale basisbedrag per locatie. Het is wat ons betreft denkbaar om een vergelijkbare, locatie-afhankelijke differentiatie door te voeren voor externe kosten. Relevante criteria hiervoor zijn bijvoorbeeld de mate van netcongestie (voor intermitterende bronnen), de bevolkingsdichtheid (voor gezondheidseffecten) of de bodemstructuur (voor risico's op grondwater- en bodemvervuiling).

Mitigerende maatregelen die externe kosten beperken kunnen beloond worden door deze als aparte techniekcategorie op te nemen, in zoverre als dit praktisch haalbaar is. Zoals eerder aangegeven lijkt het niet praktisch om een beoordeling per project te maken tijdens de rangschikking. Wanneer een project dus bepaalde mitigerende maatregelen heeft doorgevoerd om de externe kosten te beperken, zal dit volgens bovenstaande methode niet beloond worden, terwijl het vanuit maatschappelijk oogpunt wel wenselijk kan zijn om deze maatregelen te stimuleren. Voorbeelden van mitigerende maatregelen zijn uitgestelde levering en zelfconsumptie om netcongestie te beperken, biomassa-installaties die uitstoot verder terugdringen dan wettelijk vereist en verschillende opties wat betreft het ontwerp en gebruik van windturbines die vogelsterfte kunnen reduceren. Wanneer dit soort maatregelen als aparte techniekcategorie vormgegeven worden, hoeft er tijdens de rangschikking geen afweging per project gemaakt te worden, want dan kan eenzelfde, verlaagde toeslag voor externe kosten voor alle projecten in die categorie toegepast worden.

In hoeverre dit praktisch haalbaar is zal per geval beoordeeld moeten worden. Het recent bestudeerde voorbeeld van uitgestelde levering⁸³ laat in ieder geval zien dat dit niet eenvoudig is en zeker in een aantal gevallen té complex kan worden.

Het meenemen van externe effecten in de rangschikking lijkt op dit moment technisch het meest haalbaar bij energiesysteemkosten bij intermitterende bronnen en luchtverontreiniging. Op basis van onze inzichten uit de literatuuranalyse (zie sectie 4.1) en de interviews met betrokken partijen (inclusief een verdiepende discussie met een van de voorlopers in het becijferen van externe kosten⁸⁴) lijkt het erop dat de methoden om systeemkosten en luchtverontreiniging te kwantificeren het meest volwassen en robuust zijn. Bij systeemkosten zijn de kosten die netbeheerders maken om elektriciteit te transporteren, het net te balanceren en congestie te voorkomen hierbij het meest significant en daarom het startpunt en kunnen deze kosten vervolgens met een aantal aannames toegeschreven worden aan de verschillende technieken. Bij luchtverontreiniging kan gewerkt worden met schaduw prijzen waarmee de uitstoot kan worden vertaald in *disability adjusted lifeyears (DALY)* en vervolgens naar euro's.⁸⁵ Verder worden voor beide externe kostencategorieën de mate waarin externe

⁸³ PBL (2021) - [Eindadvies basisbedragen SDE++ 2021](#) (bijlage F).

⁸⁴ We hebben specifiek over de methoden om externe effecten te kwantificeren gesproken met [Impact Institute](#)

⁸⁵ Verschillende partijen werken al met schaduw prijzen, zoals Rijkswaterstaat en de ProRail die gebruik maken van schaduw prijzen voor klimaatverandering. Zie bijvoorbeeld: Navigant (2020). [Internal carbon pricing for future-proof supply chains](#).

kosten optreden voornamelijk gedreven door techniek-specifieke factoren (bv. opwekkingsprofiel, uitstoot) en locatie-specifieke factoren (netcongestie, bevolkingsdichtheid). Hiermee kan op basis van vooraf vastgestelde impacts per techniek en locatie een externe kost per project berekend worden die in de rangschikking meegenomen kan worden. Idealiter betekent het meenemen van externe systeemkosten een correctie voor het verschil in systeemkosten. We merken hierbij op dat het meenemen van enkel de meest significante systeemkosten (die van intermitterende bronnen) alsnog een verbetering is t.o.v. de situatie waarbij geen systeemkosten worden meegenomen als de belangrijkste systeemkosten voldoende materieel zijn.

Het robuust en generiek kwantificeren van andere externe effecten—zoals gezondheidseffecten van windturbines en biodiversiteits- en landschapseffecten—is op dit moment minder haalbaar.

Verdere methodeontwikkeling zou nodig zijn om deze externe effecten op te nemen in de rangschikking.

De belangrijkste uitdaging is het generiek vaststellen van de effecten en het robuust moneteriseren van deze effecten. Er zijn een aantal studies die hiervoor als aanknopingspunt kunnen dienen. Zo zijn er studies waar de impact van windturbines op huizenprijzen wordt ingeschat.⁸⁶ Daarnaast zijn er studies naar de impact van bijvoorbeeld zonnevelden op de biodiversiteit⁸⁷ en worden biodiversiteitseffecten gemonetariseerd in bijvoorbeeld het handboek milieuprijzen van CE Delft⁸⁸ en in onderzoek naar de echte prijs van voedsel van True Price en Wageningen Economic Research.⁸⁹ Hoewel verdere methodeontwikkeling nodig is voor het moneteriseren van bredere externe effecten lijkt het niet onrealistisch om deze effecten op termijn in de rangschikking mee te nemen.

Het lijkt niet realistisch om de rangschikking te wijzigen op basis van een minder volledige kwantificering van de impacts, zoals een puntensysteem.

De voornaamste belemmering hierbij is dat er in de rangschikking verschillende technieken door elkaar heen staan en er grote diversiteit in basisbedragen en indieningsbedragen (als gevolg van de vrije categorie) kan bestaan. Hierdoor leidt een puntensysteem zoals bijvoorbeeld toegepast bij de wind op zee tenders tot complicaties. Wanneer er bijvoorbeeld punten zouden worden toegekend aan zon-PV-projecten die goed zijn ingepast in het landschap, kan dit wel worden gebruikt om zon-PV-projecten die voor precies hetzelfde bedrag ingediend hebben te rangschikken, maar wordt het al lastiger wanneer er kortingen worden gegeven. In dat geval zal namelijk een afweging gemaakt moeten worden tussen de waarde van de punten voor landschappelijke inpassing t.o.v. de waarde van de korting, wat impliciet moneterisering (of weging) vereist. Verdere complexiteit treedt er op wanneer de rangschikking tussen verschillende technieken aangepast wordt o.b.v. een puntensysteem. Hierbij is de vraag of punten voor bijvoorbeeld landschappelijke inpassing tot een voordeel leiden t.o.v. technieken waarbij landschappelijke inpassing geen thema is. Kortom, het meenemen van externe effecten vergt weging d.m.v. moneterisering.

Als externe effecten na moneterisering onvoldoende materieel blijken om de rangschikking substantieel te veranderen, is het niet wenselijk om deze effecten te adresseren in de rangschikking.

Het aanpassen van de rangschikkingmethode gaat gepaard met kosten. Zo leidt het tot extra complexiteit voor zowel de aanvragers als de uitvoerende instanties. Bovendien zou met de toevoeging van externe effecten aan de rangschikking ook extra onzekerheid worden toegevoegd. Het meenemen van externe effecten vergt immers het generiek inschatten van een effect voor een specifiek project en de moneterisering van dit effect (schaduwprizen gaan ook gepaard met behoorlijke

⁸⁶ Droës & Koster (2019). [Windturbines, zonneparken en woningprijzen](#).

⁸⁷ Bijvoorbeeld in het project [SolarEcoPlus](#), van onder andere TNO

⁸⁸ CE Delft (2017). [Handboek milieuprijzen](#).

⁸⁹ True Price & Wageningen Economic Research (2021). [True pricing method for agri-food products](#).

bandbreedtes⁹⁰). Daarom lijkt het gepast om een drempelwaarde te hanteren en enkel externe kosten mee te nemen die voldoende hoog zijn om een materiële impact op de rangschikking te hebben. De significantie van de externe kosten is in deze analyse nog niet gekwantificeerd omdat dit een inspanning vereist die niet binnen het kader van deze studie voorzien was. De uitdaging hierbij is om de externe kosten specifiek binnen de Nederlandse context te bepalen, met inbegrip van de al geldende minimale eisen wat betreft uitstoot bijvoorbeeld.

4.3 Bredere overwegingen m.b.t. adresseren externe effecten en conclusies

Het belang van het meenemen van bredere overwegingen in de energie- en klimaattransitie wordt ruim gesteund. Tegelijkertijd wordt recentelijk ook het belang van uitvoerbaarheid van beleid benadrukt. In de interviews met brancheorganisaties, kennisinstellingen en NGO's voor dit onderzoek werd deze consensus bevestigd (zie de Appendix voor een volledig overzicht van gesprekspartners). Hierbij werd vermeld dat de overheid dient te sturen op optimalisatie van maatschappelijke kosten en baten om zo 'brede welvaart' na te streven. Een voorwaarde is wel dat beleidsplannen uitvoerbaar zijn. Recentelijk werd dit benadrukt, zoals in het parlementair onderzoek uitvoeringsorganisaties.⁹¹ De huidige vorm van de SDE++ wordt al als vrij complex ervaren.

Er lijkt ruimte te bestaan om bepaalde externe effecten gedeeltelijk te internaliseren via de rangschikking van de SDE. Dit leidt op korte termijn tot hogere subsidiekosten per kWh gerealiseerde hernieuwbare energieproductie (of per vermeden tCO₂-eq), maar kan leiden tot lagere maatschappelijke kosten per kWh (of vermeden tCO₂-eq). Het adresseren van externe effecten in de rangschikking vergt een verbreding van de huidige rangschikkingsmethodiek, waarbij het basisbedrag wordt gecorrigeerd voor (gemonetariseerde) externe effecten op categorieniveau. De mogelijkheid om externe kosten robuust en objectief te kwantificeren is hiervoor een vereiste. Naar onze inschatting voldoen de externe effecten m.b.t. netwerkkosten en luchtverontreiniging het best aan deze eisen. Daarnaast zouden techniekcategorieën kunnen worden toegevoegd als met voldoende zekerheid kan worden aangetoond dat projecten in deze categorieën bepaalde externe kosten mitigeren. Deze aanpassing zal zeer waarschijnlijk⁹² tot verlaging van de doelmatigheid leiden m.b.t. het realiseren van hernieuwbare energie of emissiereductie tegen de laagste subsidiekosten.⁹³ Echter, het adresseren van externe effecten kan de doelmatigheid wat betreft optimalisatie van totale maatschappelijke effecten juist verhogen en kan bijdragen aan de coherentie van de SDE met andere beleidsdoelen.

Externe effecten kunnen ook op andere manieren worden geadresseerd. Hoewel alternatieve beleidsopties niet zijn onderzocht in dit onderzoek, zijn verschillende alternatieven benoemd in de interviews voor dit onderzoek en in de geraadpleegde literatuur. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen stimulerend beleid (waarbij projecten worden aangemoedigd om gewenste keuzes te maken t.a.v. externe effecten) en regulerend beleid (waarbij eisen worden gesteld aan *alle* projecten t.a.v. externe kosten). De volgende alternatieve werden onder andere genoemd:

⁹⁰ Zo hanteerde Trinomics in de eerdergenoemde studie met kosten voor klimaatverandering van tussen de 6 cent en 19 cent per kilo CO₂ equivalent, maar wordt inmiddels in de recente literatuur met hogere waardes gewerkt.

⁹¹ Zie bijvoorbeeld: Bosman (2021). [Parlementair onderzoek uitvoeringsorganisaties](#).

⁹² Het niet adresseren van externe effecten kan leiden tot hogere maatschappelijke weerstand, waardoor de projectkosten alsnog toenemen (en het dus per saldo effectiever kan zijn om externe kosten wel te adresseren). Daarnaast geldt dat voor BKG-reductie het moment van (net)levering wel direct invloed heeft op de BKG-emissies, omdat de BKG-emissies van de marginale optie de BKG-emissies bepalen en de marginale optie varieert. Dit wordt momenteel niet meegenomen in de methodiek van de SDE++.

⁹³ Dit geldt ook voor het adresseren van externe effecten met ander instrumentarium.

- **Projectcriteria (binnen SDE):** De eisen waaraan projecten moeten voldoen om in aanmerking te komen voor een SDE-subsidie kunnen worden aangescherpt op basis van externe effecten, of er kunnen extra categorieën worden toegevoegd. Zo kunnen er eisen worden gesteld aan netwerkbelasting (zoals een minimaal percentage zelfconsumptie), milieuprestaties (zoals een minimaal percentage natuur op het perceel, of afstand tussen panelen bij zonneparken en ontwerpkeuzes om vogelsterfte tegen te gaan bij wind op land), en landschappelijke inpassing (zoals aansluiting bij landschapsstructuren, zichtbaarheid en multifunctionaliteit).
- **Algemene wet- en regelgeving:** Deze eisen kunnen ook breder worden toegepast in algemene wet- en regelgeving, zoals in de omgevingswet of vergunningensystematiek.
- **Tarifering:** In plaats van (of in aanvulling op) het adresseren van externe systeemeffecten zou de methode voor nettarieven kunnen worden vernieuwd, waarbij rekening kan worden gehouden met de impact op het energiesysteem door bijvoorbeeld een groter deel van de externe systeemkosten bij producenten te leggen (en zelfconsumptie te stimuleren).
- **Kwaliteitsbudget:** In het nationaal programma RES wordt voorgesteld om een kwaliteitsbudget in toe voeren waaruit meerkosten ontstaan uit maatschappelijke wensen kunnen worden gefinancierd.⁹⁴ Een kanttekening hierbij is dat dit geen garantie lijkt voor het adresseren van externe effecten (aangezien het geen verplichting is).
- **Expliciete beleidskeuzes:** In plaats van het adresseren van externe effecten in de rangschikking na monetarising kunnen expliciete beleidskeuze worden gemaakt. Zo zou er bijvoorbeeld voor kunnen worden gekozen om dakgebonden zon-PV voorrang te geven t.o.v. veldgebonden zon-PV.

Dit onderzoek beantwoordt de vraag over de bredere wenselijkheid van het adresseren van externe effecten in de rangschikking van de SDE niet. De exacte impact van het adresseren op de regeling, de verhouding kosten (meer complexiteit, minder efficiënte sturing op subsidiekosten) en baten (sturing op maatschappelijke effecten) en welke type beleid het meest geschikt is om externe kosten te adresseren zijn immers niet onderzocht.

Daarom adviseren we om de volgende vervolgstappen te initiëren om tot een definitief oordeel te komen over de wenselijkheid om externe effecten in de rangschikking van de SDE mee te nemen:

1. **Het kwantificeren van de omvang van externe effecten (in €/tCO₂-eq):** Omwille vanuit het perspectief ‘brede welvaart’ is het nodig om de bredere (externe) effecten van projecten voor de energie- en klimaattransitie inzichtelijk te maken, voordat kan worden besloten in welke mate (en hoe) hierop gestuurd kan worden. Uit deze stap dient te blijken of externe effecten voldoende materieel en kwantificeerbaar zijn om extra complexiteit in het energiebeleid te rechtvaardigen.
2. **Bredere afweging t.o.v. alternatief beleid:** Als uit stap 1 blijkt dat externe effecten voldoende materieel zijn dient vervolgens een afweging te worden gemaakt ten opzichte van andere beleidsinstrumenten om externe effecten te adresseren (met inbegrip van robuustheid van methoden voor monetarising).
3. **Technische uitwerking:** Als uit stap 1 blijkt dat externe effecten voldoende materieel zijn en uit stap 2 blijkt dat de rangschikking van de SDE de beste manier is om externe effecten te adresseren dan dient hiervoor de methode technisch te worden uitgewerkt.

⁹⁴ Nationaal Programma RES (2021). [Hoe de SDE en de RES vrienden kunnen worden.](#)

5 Appendix: methode en technieken

5.1 Enquête

5.1.1 Algemene data over respondenten enquête

Op 6 oktober 2021 is een enquête naar aanvragers van een SDE+ subsidie gestuurd. Hierbij zijn enkel partijen benaderd die tussen 2015 en 2020 een SDE+ subsidieaanvraag hebben gedaan omdat de aanvragers uit de beginperiode al in de tussentijdse evaluatie bevraagd zijn. Aanvragers konden de enquête invullen per categorie/techniek waarin de aanvrager actief is. Dus sommige respondenten vullen delen van de enquête meerdere malen in, indien ze actief zijn in meerdere categorieën.

De enquête is verstuurd naar 3168 mailadressen en ontvangen op 2963 mailadressen. Dit behelst alle mailadressen van aanvragers van de SDE+ van 2015 t/m 2020, behalve voor zon (PV). Voor de categorie zon (PV)-verantwoordelijk voor het merendeel van alle aanvragen-is er een selectie gemaakt om de administratieve last voor zowel aanvragers en RVO klein te verkleinen. Voor zon-PV is een willekeurige selectie gemaakt en is er naar ongeveer 2000 aanvragers de enquête verstuurd.

De enquête leverde 431 reacties op en een responspercentage van 14,5%. De categorie-specifieke vragen zijn 498 keer ingevuld (zie Tabel 5-1), doordat sommige respondenten actief zijn in meerdere categorieën. De groep respondenten lijkt voor de verschillende techniekcategorieën representatief.⁹⁵ Dit is ook het geval voor categorieën met een lager aantal respondenten zoals geothermie, waar ook het totale aantal aanvragers van een SDE+ subsidie klein is. Waterzuivering laten we verder niet meer zien in het rapport gezien de erg beperkte groep respondenten (N=2).

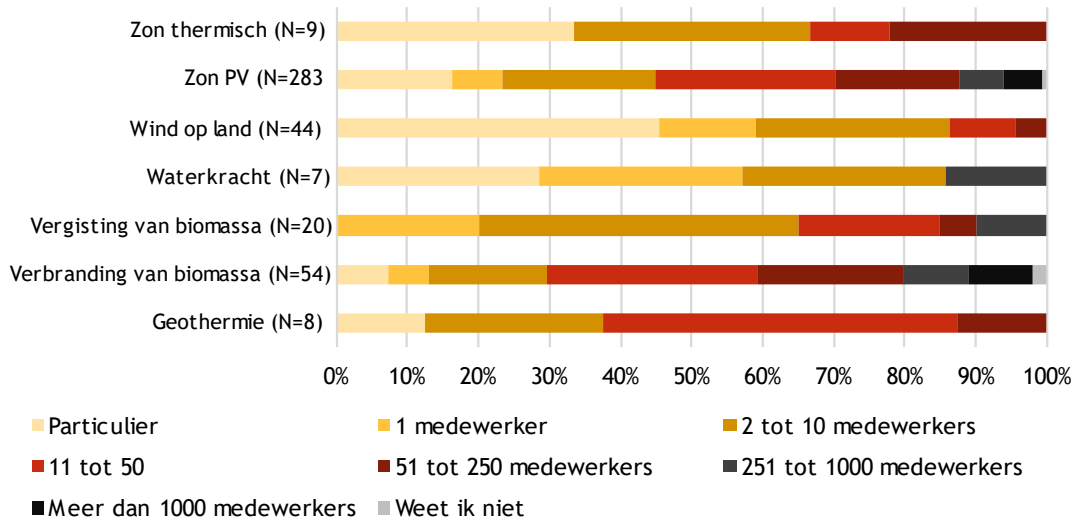
Tabel 5-1 Aantal respondenten per techniekcategorie.

Techniekcategorieën	Aantal respondenten
Geothermie	8
Verbranding en vergassing van biomassa	56
Vergisting van biomassa	22
Waterkracht	8
Waterzuivering (slibvergisting)	2
Wind op land	45
Zon PV	336
Zon warmte	21
Totaal	498

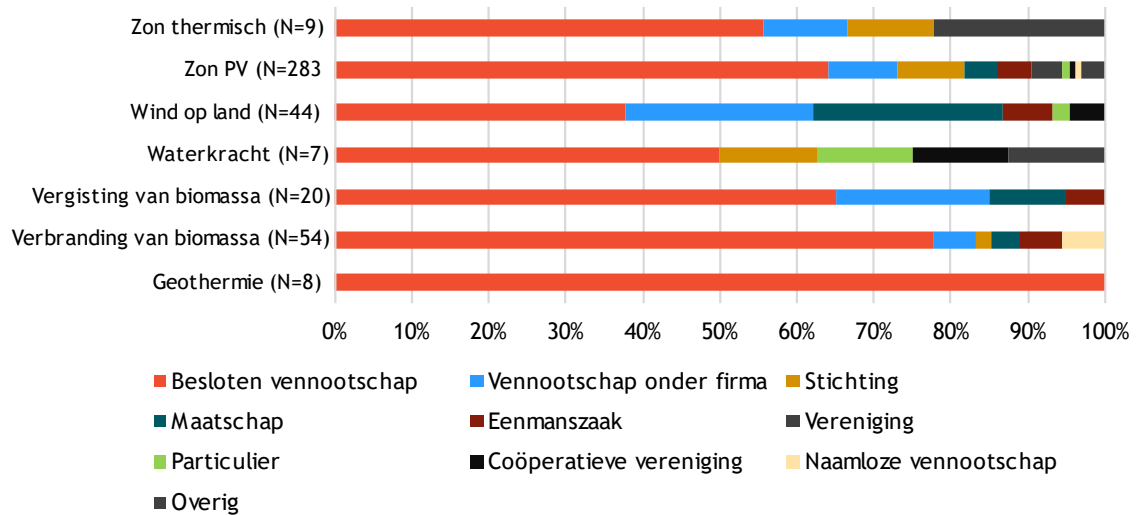
De grootte van de organisaties/aanvragers die de enquête hebben ingevuld verschillen aanzienlijk. De verdeling is te zien in Figuur 5-1. In Figuur 5-2 is de rechtsvorm te zien van de aanvrager van de SDE+ subsidie. Indien er in vragen wordt gevraagd naar het aantal projecten, dan geldt dit voor projecten aangevraagd in periode 2015 t/m voorjaar 2020.

⁹⁵ De gebruikte techniekcategorieën in de enquête zijn op enkele punten verschillend van de categorieën gebruikt in het rapport: zo heeft de enquête een categorie voor vergisting waar groen gas onder valt en is er een aparte categorie waterzuivering, overeenkomstig met de gebruikte categorieën door het PBL.

Figuur 5-1 Aantal medewerkers van de aanvragende organisatie per techniekcategorie.



Figuur 5-2 Rechtsvorm van de aanvragende organisatie per techniekcategorie.



Tabel 5-2 Antwoord op de vraag "Voor hoeveel projecten in de categorie <...> heeft uw organisatie een SDE+ aanvraag gedaan?".

Techniek/aantal projecten	1	2-5	6-10	11-20	21-50	> 50	Weet ik niet	N
Geothermie	4		4					8
Verbranding en vergassing biomassa	38	13	1	3			1	56
Vergisting van biomassa	10	10		1				21
Waterkracht	7							7
Wind op land	33	8	2	2				45
Zon PV	193	86	21	7	5	7	4	323
Zon warmte	15	4						19

5.1.2 Antwoorden op enquêtevragen

In onderstaande tabellen en sectie zijn de antwoorden te zien op de vragen in de enquête. Elke tabel wordt vergezeld met de vraag uit de enquête.

Tabel 5-3 Antwoord op enquêtevraag "Welke informatiebronnen vanuit RVO heeft u gebruikt tijdens het aanvraagproces? U kunt meerdere antwoorden selecteren."

Bron	Aantal keer gebruikt
Website van RVO	324
Brochure	65
Informatiebijeenkomsten	37
Telefonisch contact met RVO	109
Mailcontact met RVO	125
Overige bronnen	191

Tabel 5-4 Antwoorden op enquêtevraag "Hoe beoordeelt u de ondersteuning en informatievoorziening vanuit RVO over de SDE+ regeling?"

Techniek \ rapportcijfer	N	Gemiddelde cijfer
Geothermie	8	7,4
Verbranding en vergassing van biomassa	54	7,1
Vergisting van biomassa	20	5,8
Waterkracht	8	7,0
Wind op land	45	6,8
Zon PV	286	6,8
Zon warmte	9	6,8

Tabel 5-5 Antwoorden op stellingen over additionaliteit van SDE+.

Techniek \ antwoord	Helemaal oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Helemaal eens	N
<i>Stelling: Zonder de mogelijkheid om een SDE+ subsidie aan te vragen zou mijn organisatie niet hebben overwogen om in de betreffende duurzame technologie te investeren.</i>						
Geothermie	1			1	6	8
Verbranding en vergassing van biomassa	2	8	3	13	29	55
Vergisting van biomassa		1	1	3	16	21
Waterkracht		1	1	4	1	7
Wind op land	2	8	4	14	17	45
Zon PV	12	37	38	113	121	321
Zon warmte	1	1	1	4	11	18
<i>Stelling: Ook zonder beschikking van de SDE+ subsidie zou mijn organisatie overwegen (een deel van) de aangevraagde projecten te realiseren.</i>						
Geothermie	6	1		1		8
Verbranding en vergassing van biomassa	18	19	7	11	1	56
Vergisting van biomassa	11	5	2	2	1	21
Waterkracht	1	4	2			7
Wind op land	12	12	6	11	3	44
Zon PV	86	85	67	66	16	320
Zon warmte	9	4	5	1		19
<i>Stelling: Het belang van de SDE+ subsidie voor de realisatie van projecten van mijn organisatie is in de laatste 5 jaar afgenomen.</i>						
Geothermie	6	1	1			8
Verbranding en vergassing van biomassa	13	31	6	3	3	56

Vergisting van biomassa	10	5	4	2		21
Waterkracht	3	2	2			7
Wind op land	4	19	15	6	1	45
Zon PV	66	93	93	54	11	317
Zon warmte	7	7	4		1	19

Tabel 5-6 Antwoorden op enquêtevraag over het aanvraagproces.

Vraag: Hoeveel tijd heeft uw organisatie gemiddeld besteed aan het aanvraagproces voor de SDE+ subsidie in de categorie <...>? Geef uw antwoord in het aantal mandagen inclusief externe adviseurs?						
Techniek \ aantal mandagen	< 5	5-10	10-25	> 25	Weet ik niet	N
Geothermie			2	5	1	8
Verbranding en vergassing van biomassa	5	22	11	9	9	56
Vergisting van biomassa	2	9	4	5	1	21
Waterkracht	3		1	1	2	7
Wind op land	19	12	6		8	45
Zon PV	148	96	28	6	45	323
Zon warmte	7	6	4		2	19

Tabel 5-7 Antwoorden op enquêtevraag over het aanvraagproces.

Vraag: In hoeverre vindt u dat de benodigde tijd (in mandagen) voor het aanvraagproces in de categorie <...> in verhouding staat tot de (mogelijke) baten van de aanvraag?						
Techniek \ Antwoord	De tijdsinspanning staat helemaal niet in verhouding	De tijdsinspanning staat niet in verhouding	De tijdsinspanning staat in verhouding	De tijdsinspanning is beperkt	De tijdsinspanning is zeer beperkt	N
Geothermie			7			7
Verbranding en vergassing van biomassa	2	4	41	4	4	55
Vergisting van biomassa		7	12	2		21
Waterkracht		1	6			7
Wind op land	2	4	23	10	5	44
Zon PV	11	35	179	58	26	309
Zon warmte			15	4		19

Tabel 5-8 Antwoorden op stellingen over realisatietermijn en aanvraagproces.

Techniek \ Antwoord	Helemaal oneens	Oneens	Neutraal	Eens	Helemaal eens	N
<i>Stelling: De gegeven realisatietermijn is realistisch en haalbaar voor projecten in deze categorie.</i>						
Geothermie	2	4		1		7
Verbranding en vergassing van biomassa		12	16	24	4	56
Vergisting van biomassa	2	3	6	10		21
Waterkracht	2	2	1	2		7
Wind op land	1	3	16	22	3	45
Zon PV	24	36	87	151	17	315
Zon warmte	1	1	5	12		19
<i>Stelling: De gestelde aanvraagvereisten zijn realistisch en haalbaar voor projecten in deze categorie.</i>						
Geothermie		1	2	4		7
Verbranding en vergassing van biomassa	1	9	16	28	2	56
Vergisting van biomassa	1	4	8	7		20
Waterkracht	1	2	1	3		7

Wind op land		2	18	20	4	44
Zon PV	8	15	99	177	16	315
Zon warmte		1	7	11		19

Aan respondenten is gevraagd om aan te geven of ze projecten hebben die uiteindelijk niet gerealiseerd zijn. De respondenten konden indien ze een niet gerealiseerd project hadden de reden aangeven waarom het project niet gerealiseerd werd. Behalve enkele standaardantwoorden, gaven veel respondenten ook antwoorden in een open invulveld. Deze antwoorden zijn niet verder verwerkt in onderstaande tabel maar wel meegenomen en geanalyseerd voor de analyse in het evaluatierapport (voornamelijk sectie 2.2.2 over de realisatiefase). Het is mogelijk dat qua strekking sommige antwoorden gegeven bij 'overige redenen' overeenkomen met de standaardantwoorden.

Tabel 5-9 Antwoorden op enquêtevraag over redenen voor non-realiseratie. Respondenten konden maximaal 3 antwoorden selecteren, waaronder een open invulveld voor overige redenen.

Antwoord \ Techniek	Geothermie	Verbranding van biomassa	Vergisting van biomassa	Waterkracht	Wind op land	Zon PV	Zon warmte
De business case was te slecht/ het was financieel niet haalbaar	1	3	2	0	1	35	0
De eigenaar van de grond trok zich terug	0	1	1	0	0	2	0
De netbeheerder had onvoldoende netcapaciteit/ teruglevercapaciteit	0	0	0	0	0	32	0
De realisatie ging minder snel/ de planning werd niet gehaald	2	3	0	0	1	20	1
De vergunning is herroepen of aangepast	0	3	1	0	0	2	0
Geen tijd of prioriteit voor het uitvoeren	0	1	0	1	0	7	0
Overige redenen	3	8	7	6	2	49	3
Aantal respondenten	3	10	4	3	2	73	2

Een soortgelijke vraag is gesteld voor projecten waarbij er sprake is van onderproductie. In de enquête is onderproductie gedefinieerd als een project waarbij de werkelijke productie meer dan 20% lager ligt dan de initieel verwachte subsidiabele productie. In totaal zijn er 66 respondenten (13% van de 498 categorie-specifieke respondenten) die aangeven dat er sprake is van onderproductie bij één of meerdere projecten. In Tabel 5-10 zijn de redenen voor onderproductie weergegeven. Net zoals bij de vraag over non-realiseratie zijn de overige redenen wel verwerkt in het rapport, maar hier niet verder verwerkt.

Tabel 5-10 Antwoorden op enquêtevraag over redenen voor onderproductie. Respondenten konden maximaal 2 antwoorden selecteren, waaronder een open invulveld voor overige redenen.⁹⁶

Antwoord \ techniek	Geothermie	Verbranding van biomassa	Vergisting van biomassa	Waterkracht	Wind op land	Zon PV	Zon warmte
Gebrek aan energievraag	0	3	0	0	0	2	0

⁹⁶ Enkele respondenten voor zon-PV geven aan dat er onvoldoende beschikbaarheid van inputstromen is. Hier bedoelen respondenten een tegenvallend aantal zonuren mee.

Niet economisch om te produceren door te hoge variabele kosten (incl. hoge brandstof of feedstock kosten)	0	3	4	0	0	2	0
Niet economisch om te produceren door te lage marktprijzen	0	1	1	0	0	2	0
Onvoldoende beschikbaarheid van inputstromen	0	1	5	1	1	8	1
Technische storingen die de productie beperken	0	2	1	0	1	6	1
Overige redenen	3	8	2	1	4	14	2
Aantal respondenten	2	15	8	1	6	30	3

Om bij te dragen aan de analyse over de additionaliteit van de SDE+ is in de enquête ook gevraagd aan respondenten of men projecten heeft die geen subsidiebeschikking hebben gekregen maar wel gerealiseerd zijn. Uit de enquête blijkt dat er alleen voor zon-PV enkele respondenten zijn met zulke projecten. De antwoorden zijn in Tabel 5-11 zien.

Een opvallend resultaat is dat er maar 90 respondenten zijn (18% van het totaal) met een project dat niet beschikt is. Dit lijkt weinig te zijn en kan ook hebben gelegen aan de formulering van de vraag; we kunnen op basis van deze vraag dus geen precieze conclusies trekken over het aantal respondenten met een niet beschikt project, behalve dat voor een groot aantal respondenten alle aanvragen (dat kan ook 1 aanvraag zijn voor een kleine aanvrager, waarbij de enquête een bias heeft voor aanvragers met beschikte projecten) beschikt zijn.

De precieze vraagstelling was als volgt: “Voor hoeveel projecten heeft uw organisatie een SDE+ subsidieaanvraag gedaan in de categorie <...>, waarvoor uiteindelijk geen SDE-subsidie (zowel SDE+ als SDE++) is toegekend?”.

Tabel 5-11 Antwoorden op vragen over realisatie van projecten zonder subsidiebeschikking,

Antwoord \ techniek	Geothermie	Verbranding van biomassa	Vergisting van biomassa	Waterkracht	Wind op land	Zon PV	Zon warmte	N
Totaal respondenten	8	56	22	8	45	336	21	496
Waarvan respondenten met project zonder subsidiebeschikking	1	10	5	2	8	60	4	90
Waarvan respondenten met projecten zonder subsidiebeschikking die wel gerealiseerd zijn	0	0	0	0	1	16	0	17
Waarvan respondenten die voor de gerealiseerde projecten zonder subsidiebeschikking gebruik maken van andere overheidssteun	0	0	0	0	0	2	0	2

Ten slotte is respondenten gevraagd om een algemeen rapportcijfer te geven aan de SDE+. De antwoorden gesorteerd per categorie, per grootte van de aanvrager en per soort organisatie is te zien in Tabel 5-12.

Tabel 5-12 Rapportcijfer voor SDE+ per techniekcategorie.

Techniekcategorie	N	Rapportcijfer
Geothermie	8	6,9
Verbranding en vergassing van biomassa	52	7,4
Vergisting van biomassa	19	5,8
Waterkracht	8	7,1
Wind op land	44	6,9
Zon PV	278	7,0
Zon warmte	9	6,8

5.2 Simulatie rentabiliteit zonder SDE+

5.2.1 Dataset

Iedere SDE+ indiening dient gepaard te gaan met een exploitatieberekening. Hierin dient de indiener de verwachte rentabiliteit van het project te berekenen. RVO gebruikt de exploitatieberekeningen om non-realiserende projecten tegen te gaan: als de rentabiliteit te laag is kan RVO besluiten het project niet te beschikken. RVO heeft de 4.415 bestanden met exploitatieberekeningen (of gerelateerde informatie zoals bijlagen) met het onderzoeksteam gedeeld. Dit resulteerde in een overzicht met 3124 exploitatieberekeningen, waarbij het verschil wordt verklaard door gecorrumpeerde bestanden en bijlagen. De dataset werd daarna verder verkleind tot 2.513 bestanden door enkel de projecten in beheer mee te nemen (o.b.v. het bestand “projecten in beheer” van RVO). Ten slotte zijn duplicaten geïdentificeerd door te zoeken naar bestanden met een identieke combinatie van referentienummer, projectnaam, postcode en investeringskosten, In het geval van duplicaten wordt enkel één bestand meegenomen in de analyse. Het is echter niet uit te sluiten dat er alsnog enkele duplicaten in de dataset zijn overgebleven. De finale dataset bedraagt 2.354 projecten in de periode 2016-2020. De tabel hieronder laat de volledige dataset zien.

Tabel 5-13 Overzicht van finale dataset exploitatieberekeningen

Categorie	2016	2017	2018	2019	2020	Totaal
Zon PV-Daksysteem	214	520	226	251	335	1.546
Zon PV-Veldsysteem	27	81	74	144	56	382
Wind op land	58	65	80	57	7	267
Biomassa	11	18	28	56	16	129
Zon warmte	4	2	3	2	12	23
Zon PV-Watersysteem	0	0	2	5	0	7
Overig	0	0	0	0	0	0
Totaal	314	686	413	515	426	2.354

5.2.2 Methode

De rentabiliteit zonder SDE+ wordt vervolgens gesimuleerd door de IRR te berekenen zonder inkomsten uit de SDE+. De IRR zonder SDE+ wordt benaderd in vijf stappen:

1. Winst voor belasting = totale kosten - totale opbrengsten - totale opbrengsten SDE+
2. Belastbaar inkomen = winst voor belasting - (winst voor belasting_{met SDE+} - belastbaar inkomen_{met SDE+}) [om te corrigeren voor eventuele aftrekposten]
3. Nettowinst = winst voor belasting - belastbaar inkomen * belastingtarief
4. Bruto cashflow = nettowinst + rentelasten_{met SDE+} + afschrijvingen_{met SDE+}
5. IRR = netto contante waarde van bruto cashflow

In een aantal gevallen is een project dermate onrendabel zonder SDE+ dat er geen IRR kan worden berekend. Om deze projecten toch als onrendabel mee te nemen in de analyse is bij deze gevallen een IRR van -10,000% ingevuld, Hierbij is voor een arbitraire waarde gekozen onder de mediaan zodat de waarde de resultaten en de analyse niet zou beïnvloeden. Bij de vergelijking tussen de IRR zonder SDE+ en de minimale rendementseisen is gewerkt met de WACC-waarden uit de eindadviezen van PBL en ECN. Voor de biomassa-WACC is hierbij gewerkt met de gemiddelde WACC van alle biomassacategorieën.

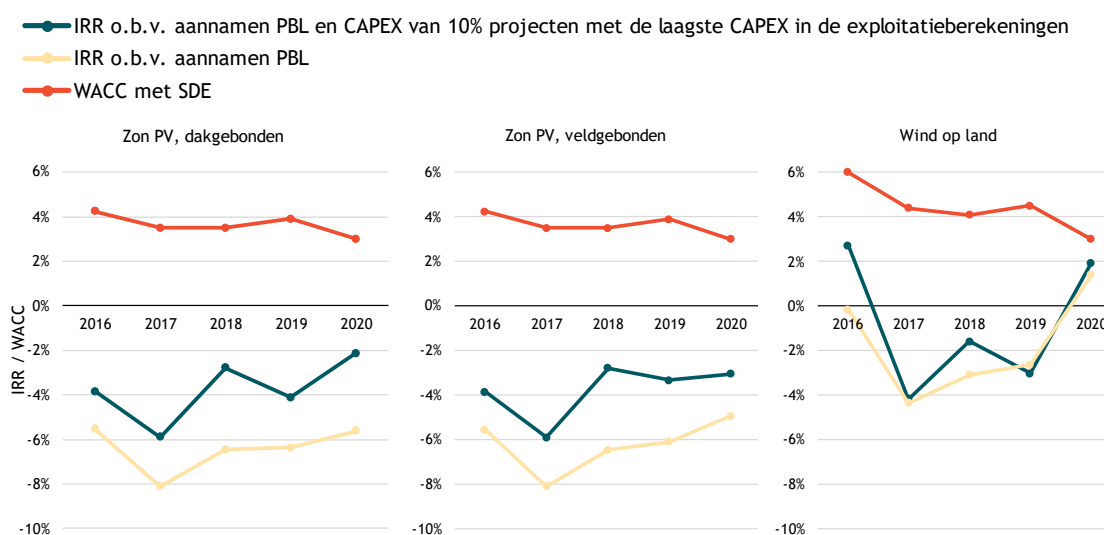
5.2.3 Sensitiviteitsanalyse

De sensitiviteit van de rentabiliteitsanalyse is getest door de analyse te herhalen o.b.v. de aannames uit de eindadviezen van PBL en ECN (ter validatie van de mediaan in het rapport) en een combinatie van de aannames uit de eindadviezen en de exploitatieberekeningen, waarbij de investeringskosten uit de eindadviezen zijn vervangen door het tiende percentiel laagste investeringskosten uit de exploitatieberekeningen (ter validatie van de 10% meest rendabele projecten). Hiertoe zijn de volgende stappen uitgevoerd:

1. De eindadviezen van PBL en ECN voor de periode 2016-2020 voor de categorieën wind op land $\geq 7,0$ en $< 7,5$ m/s, zon-PV > 15 kWp (2016-2020), dakgebonden zon-PV > 1 MWp, veldgebonden zon-PV > 1 MWp.
2. Om tot een IRR zonder SDE+ te komen diende de marktwaarde van elektriciteit te worden ingevuld. In 2020 en 2019 kan dit op basis van de gerapporteerde waarden in de eindadviezen. Voor 2016-2018 zijn geen waarden gerapporteed en zijn daarom de waarden van 2018 gebruikt.
3. Hierna zijn de investeringskosten vervangen door de investeringskosten van de exploitatieberekeningen.

Figuur 5-3 geeft de resultaten van de sensitiviteitsanalyse weer. Uit de figuur blijkt dat de resultaten van de mediaan in het rapport op hoofdlijnen overeenkomen met de IRR op basis van de aannames van de eindadviezen: de rentabiliteit zonder SDE+ laat een stijgende lijn zien, maar blijft negatief tot en met 2020 (m.u.v. wind op land in 2020). De IRR zonder SDE+ o.b.v. de aannames van de eindadviezen i.c.m. de 10% laagste investeringskosten van de exploitatieberekeningen is lager dan de IRR van de 10% projecten met de hoogste IRR zonder SDE+ in het rapport. Dit is in lijn met de verwachtingen, omdat enkel de investeringskosten van de meest rendabele projecten zijn gebruikt, maar niet de inkomsten.

Figuur 5-3 Fictieve projectrentabiliteit (IRR) zonder SDE-subsidie percentiel o.b.v. aannamen in eindadviezen van PBL en ECN en o.b.v. aannamen in eindadviezen waarbij de investeringskosten zijn vervangen met de 10% laagste investeringskosten uit de exploitatieberekeningen per techniek per jaar i.c.m. met de gewogen gemiddelde kapitaalkosten (WACC).



Bron: Trinomics o.b.v. exploitatieberekeningen RVO (2021, niet publiek) & eindadviezen SDE+ '16-'20 (PBL en ECN).

5.3 Lijst met gesprekspartners

Gesprekspartners voor dit onderzoek
Alliander
Catena
ECW Energy
EGEN (onderdeel van PNO)
Energie Nederland
Energie Samen
Groen Gas Nederland
Holland Solar
Impact Institute
Natuur & Milieu
Netbeheer Nederland
Nederlandse Windenergie Associatie (NWEA)
Nederlandse Vereniging Duurzame Energie (NVDE)
Odura
Plan Bureau voor de Leefomgeving - energie
Plan Bureau voor de Leefomgeving - ruimtelijke ordening
Platform Bio-Economie (PBE)
Rijksuniversiteit Groningen
Statkraft
Triodos
Vereniging van Nederlandse Gemeenten (VNG)

Trinomics B.V.
Westersingel 34
3014 GS Rotterdam
The Netherlands

T +31 (0) 10 3414 592
www.trinomics.eu

KvK n°: 56028016
VAT n°: NL8519.48.662.B01

