



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Monitor

Zon-PV 2025

Ontwikkelingen en realisatie van
zon-PV in Nederland

In opdracht van het ministerie van Klimaat en Groene Groei

*>> Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal ondernemen*

Inhoudsopgave

Colofon	4
Samenvatting monitor zon-PV 2025	5
Inleiding	7
H1 Ontwikkeling van geïnstalleerd zon-PV in Nederland	10
H1.1 Context zon-PV in nationaal beleid en elektriciteitsmix	10
H1.2 Ontwikkeling totaal geïnstalleerd zon-PV vermogen	11
H1.3 Ontwikkeling geïnstalleerd vermogen zon-PV per marktsegment	12
H1.4 Algemene marktsignalen	14
H1.5 De rol van de SDE-regeling in de huidige zon-PV markt	15
H1.6 Verwacht gerealiseerd vermogen van de SDE-regeling	19
H1.7 Andere regelingen in de zon-PV markt	22
H2 Kosten en baten van zonnestroomsystemen	24
2.1 Kostprijs zon-PV systemen ook in 2024 gedaald	24
2.2 Kostprijs per kWh geproduceerde zonnestroom	25
2.3 SDE-subsidie voor zon-PV productie	26
2.4 Businesscase zon-PV projecten	30
2.5 Zon-PV netlevering en handel op de elektriciteitsmarkt	32
H3 Nieuwe verdienmodellen met eigengebruik en flexibiliteit	34
3.1 Mogelijkheden om meer eigengebruik te realiseren	34
3.2 Eigengebruik bij huishoudens	35
3.3 Eigengebruik bij bedrijven, instellingen en SDE-projecten	36
3.4 Subsidievrije projecten op grootverbruikaansluiting	37
3.5 Nieuwe verdienmogelijkheden voor grootverbruikers met flexibele zonproductie	38
3.6 Opbrengsten en risico's van nieuwe verdienmodellen	39
H4 Natuurinclusiviteit en meervoudige ruimtegebruik	40
4.1 Overzicht van marktsegmenten met natuurinclusieve toepassingen en multifunctioneel ruimtegebruik	40
4.2 Zon-PV op water	42
4.3 Oplossingen voor zwakke dakconstructies	43
4.4 Solar carports	44
4.5 Agri-PV	44
4.6 Zon op gevels	45
4.7 PVT	46

H5 Duurzaamheids- en maatschappelijke aspecten	47
5.1 Materiaalgebruik, afvalverwerking en circulariteit	47
5.2 Lokaal eigendom en participatie	48
5.3 Lokale energie coöperaties en VvE's	49
H6 Marktsignalen op basis van SDE-vrijvalonderzoek	50
6.1 Analyse SDE databestanden	50
6.2 Onderzoek vrijval op basis enquêtes en verdiepende workshops	50
6.3 Netcongestie vaakst genoemde reden van vrijval	51
6.4 Financiële belemmeringen zijn nog steeds vaak reden van vrijval	53
6.5 Overige redenen vrijval SDE	53
H7 Provinciale ontwikkelingen	54
7.1 Opgesteld vermogen zon-PV per provincie	54
7.2 Realisatie met SDE per provincie	54
7.3 SDE-pijplijn per provincie	55
Bijlage 1: Veel gebruikte afkortingen en definities	57

Colofon

Projectnaam	Monitor zon-PV 2025
Organisatie	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) Nationale Programma's
Bijlage(n)	1

Samenvatting monitor zon-PV 2025

De Monitor Zon-PV 2025 geeft inzicht in de stand van zaken met betrekking tot de realisatie van zon-PV¹ op de peildatum 31 december 2024. Het doel van de monitor is om een zo compleet, nauwkeurig en objectief mogelijk inzicht te geven in de status en ontwikkeling van de zon-PV markt in Nederland.

Ontwikkelingen kleinschalig- en grootschalig geïnstalleerd zon-PV vermogen

Van alle hernieuwbare elektriciteitsbronnen is de bijdrage van zonnestroom aan de Nederlandse elektriciteitsvoorziening het sterkst gestegen tussen 2016 en 2024. Het geïnstalleerd vermogen in 2024 is gegroeid met 4,3 GWp² naar een totaal van 28,6 GWp. Met 18% levert het hiermee een belangrijke bijdrage aan de totale elektriciteitsproductie in Nederland. Wel is het groeitempo enigszins afgenomen ten opzichte van voorgaande jaren. Zo was in 2022 en 2023 het geïnstalleerd vermogen respectievelijk 4,7 GWp en 4,8 GWp.

Het geïnstalleerd vermogen wordt onderverdeeld in kleinschalig en grootschalig zon-PV. Grootschalige zon-PV zijn systemen vanaf 15 kWp, bestaande uit ten minste 50 zonnepanelen. In 2024 is het geïnstalleerd vermogen 1,6 GWp voor kleinschalige zon-PV projecten, een sterke daling vergeleken met de topjaren 2022 (2,3 GWp) en 2023 (2,5 GWp). Voor grootschalig zon-PV, gerealiseerd met SDE³ is het opgesteld vermogen 1,3 GWp, een gestage afname sinds 2022. Het opgesteld vermogen voor grootschalig zonder SDE, met andere subsidies of subsidievrij, is 1,5 GWp. Dit is een duidelijke stijging ten opzichte van 2023⁴.

We verwachten voor de komende drie jaar een gerealiseerd zon-PV vermogen van gemiddeld 2,6 GWp per jaar, waarvan 1,2 GWp kleinschalig en 1,0 GWp grootschalig met SDE en 0,4 GWp zonder SDE. Er is een verdere toename van de jaarlijkse groei nodig om de richtwaarden van het Nationaal Plan Energiesysteem⁴ (NPE) te halen. Het beschikt vermogen, totaal gecommitteerde bedrag, aantal projecten en pijplijn van de SDE laten een duidelijke daling zien van 2024 ten opzichte van 2023. Het lijkt onwaarschijnlijk dat tegenover de daling van SDE-projecten er een voldoende toename van realisaties buiten de SDE om zal zijn om het jaarlijks gerealiseerd vermogen op peil te houden of te laten groeien. Redenen voor de ingezette en verwachte vertraging van de groei zijn onder andere een verminderde businesscase en netcongestie.

Businesscase zon-PV

De businesscase voor zowel klein- als grootschalig zon-PV staat onder druk. De kosten om projecten te realiseren en exploiteren zijn niet sterk gewijzigd. Wel is sprake van daling van verwachte opbrengsten.

Voornaamste reden is dat de zonmarkt haar (toekomstige) productie niet goed kwijt kan. Op systeemniveau stijgt de elektriciteitsvraag niet, neemt de transportcapaciteit niet snel genoeg toe en is er niet genoeg flexibiliteit en zijn er niet genoeg conversie- en opslagvermogen om met (toekomstige) zonproductie op de juiste tijd en locatie in te spelen op de energievraag van de markt. Dit leidt vaker tot uren met negatieve marktprijzen met respectievelijk 458 uur in 2024 ten opzichte van 83 uur en 316 uur in 2022 en 2023. Ook was er in 2024 sprake van 16% van de tijd regeltoestand 2, een verdubbeling ten opzichte van de periode 2020 tot en met 2023. Regeltoestand 2 betekent voor de zon-PV exploitanten dat er geen geld verdiend kan worden met handel op de onbalansmarkt. De terugverdiendtijd van kleinschalig zon-PV projecten neemt toe naar 14 tot en met 20 jaar. Steeds minder jaren saldering en meer leveranciers die teruglever kosten rekenen, zorgen voor druk op de businesscase voor kleinschalig zon-PV. Ondanks de geplande beëindiging van de salderingsregeling blijven zonnepanelen een investering die zich binnen de levensduur van de zon-installatie terugverdient.

¹ De monitor zon-PV geeft de ontwikkelingen omtrent de RES doelen niet weer. Dit doet PBL.

² Op basis van voorlopige CBS cijfers. CBS geeft aan dat de cijfers voor 2023 en 2024 later in het jaar waarschijnlijk bijgesteld zullen worden. RVO verwacht dat de definitieve cijfers over 2024 lager zullen uitkomen en marktsignalen zijn mede aanleiding dat de prognoses ook uitkomen op een minder groter groei dan in het verleden.

³ Subsidie Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie

⁴ Nationaal Plan Energiesysteem: [Nationaal Plan Energiesysteem | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)

Kansen zon-PV

Een hoger eigengebruik bij zowel kleinschalig zon-PV als grootschalige zon-PV kan de terugverdientijd sterk verlagen door gebruik te maken van energieopslag, een elektrische auto en/of een warmtepomp.

Bij grootschalige zon-PV projecten zien we dat eigengebruik, opslag en andere verdienmodellen mogelijkheden geven om met voldoende terugverdientijd projecten te kunnen realiseren zonder SDE-subsidie. Het percentage subsidievrije grootschalige projecten is de afgelopen jaren gegroeid.

De zon-PV markt is volop in ontwikkeling. De opkomst van stuurboxen en energiemanagementsystemen in de zonmarkt maken het mogelijk de levering van de productie op of af te regelen op basis van de vraag en beschikbare netcapaciteit. Eind 2024 beschikte zo'n 60% van het grootschalig zonvermogen over dit soort schakelmogelijkheden. Verder uitrol bij zowel nieuwe als bestaande zonsystemen in combinatie met opslag biedt kansen de financiële opbrengst van zonnepanelen te vergroten door het marktpotentieel tijdens minder zonnige uren beter te benutten. Vormen van opslag, contractvormen etc. die dit mogelijk maken zijn in ontwikkeling.

De combinatie met andere gebruiksfuncties biedt ook voor kansen voor zon-PV. Meervoudig ruimtegebruik met zon-PV, anders dan de bekende zon op dak toepassing, groeit, hoewel de marktaandelen nu nog klein zijn. Met name voor zon-PV op water en lichtgewicht zon-PV op daken zit minimaal 100 MWp in de pijplijn.

Inleiding

Introductie

Dit rapport geeft inzicht in de ontwikkeling en voortgang van de realisatie van zonprojecten op peildatum 31 december 2024 van de zon-PV markt in Nederland. Het gaat daarbij om informatie over technische, economische, ruimtelijke, politieke, beleidsmatige, milieu en sociale aspecten van hernieuwbare elektriciteitsproductie met zon-PV.

We hebben, in overleg met het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) als opdrachtgever, ervoor gekozen om in deze rapportage extra aandacht te besteden aan de onderwerpen marktsignalen, opbrengsten van zon-PV, subsidie Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie (SDE) vrijval onderzoek, meervoudig ruimtegebruik, eigengebruik en businesscase voor kleinschalige zonnepanelen. In samenwerking met een klankbordgroep bestaande uit een brede groep stakeholders en experts vanuit de markt en overheid is deze monitor opgesteld.

Doelstellingen

Onderdeel van de doelstelling uit het Klimaatakkoord om ten opzichte van 1990 49% CO₂-reductie in 2030 te bereiken, is het opschalen van de elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen tot 84 TWh. Deze doelstelling kan worden verdeeld in 49 TWh wind op zee en 35 TWh hernieuwbaar op land, bestaande uit wind op land en grootschalige zon-PV (≥ 15 kWp). In het Klimaatakkoord is ook afgesproken om in de komende jaren een verdere kostprijsreductie te realiseren, met als doel dat na 2025 hernieuwbare elektriciteit concurrerend wordt met fossiel geproduceerde elektriciteit. Daarvoor is een zogenaamd kostenreductiepad opgesteld dat het uitgangspunt vormt voor de SDE. Voor kleinschalig zon (< 15 kWp) is in het Klimaatakkoord de ambitie van 7 TWh in 2030 geformuleerd, die geldt bovenop de 35 TWh-doelstelling. In 2021 is in het Regeerakkoord de ambitie van 49% verhoogd naar 55% reductie van broeikasgassen in 2030. Om dat te behalen richt het beleid zich op een hogere opgave, die neerkomt op 70% hernieuwbare elektriciteit in 2030⁵. Ook is afgesproken dat de hoeveelheid hernieuwbare elektriciteit op land en op zee moet toenemen van 84 TWh naar 120 TWh.

Voor de lange termijn doelen en -strategie voor het realiseren van het toekomstige energiesysteem heeft het kabinet een Nationaal Plan Energiesysteem⁶ (NPE) opgesteld in december 2023. Het NPE heeft als doel een duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem in 2050. Vanuit dit eindbeeld is een richtwaarde van 172 GWp zon-PV in 2050 af te leiden. In het NPE wordt benadrukt dat de energietransitie niet enkel gaat om een technische verandering, maar dat voldoende aandacht voor maatschappelijke waarden als rechtvaardigheid, betaalbaarheid en participatie cruciaal zijn om de doelen te bereiken.

Politieke en beleidsontwikkelingen in 2024

- In januari 2024 is de Actieagenda Netcongestie Laagspanningsnetten gepubliceerd⁷, die onderdeel is geworden van het Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN). De actieagenda moet voorkomen of beperken dat miljoenen kleinverbruikers last krijgen van netcongestie of de gevolgen daarvan. Onderdeel van de actieagenda is een onderzoek naar de haalbaarheid van een dynamische vermogensbegrenzing van omvormers van zonnepanelen, in plaats van het automatisch volledig afschakelen van de omvormer bij te veel netspanning.
- In januari 2024 is onderstreept dat cyberweerbaarheid van de zonne-energiesector een belangrijk onderwerp is. Zo heeft TNO in opdracht van TKI Urban Energy vanuit de Topsector Energie een verkenning gedaan naar het verbeteren van de cyberweerbaarheid in Nederland genaamd cyberzon⁸. En heeft Secura in augustus 2024 in opdracht van RVO en Topsector Energie onderzoek gedaan naar scenario's en maatregelen voor cyberweerbare zonnestroominstallaties⁹.

⁵ Elektriciteit | Klimaatakkoord

⁶ Nationaal Plan Energiesysteem | Rapport | Rijksoverheid.nl

⁷ Kamerbrief over actieagenda Netcongestie Laagspanningsnetten | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl

⁸ https://topsectorenergie.nl/documents/1055/TKI_Cyberzon_WEB_v2-2.pdf

⁹ [2024-Secura-Publicatieversie-Scenarios_en_Maatregelen_Cyberweerbare_Zonnestroominstallaties.pdf](https://topsectorenergie.nl/documents/1055/TKI_Cyberzon_WEB_v2-2.pdf)

- In mei 2024 zijn de indicatoren van het EcoCertified Solar Parks Label vastgesteld¹⁰ vanuit een wetenschappelijk consortium met als doel om zonneparken te kunnen realiseren met aantoonbare meerwaarde voor kwaliteit van de bodem en natuur.
- In juni 2024 is een routekaart energyhubs¹¹ gepresenteerd en eind 2024 is het stimuleringsprogramma Energiehubs¹² gestart. In de routekaart wordt de afstemming van lokale vraag en aanbod, waaronder zon-PV, gestimuleerd.
- In juli 2024 zijn er voor de SDE-ronde van 2024 twee nieuwe aanvraagcategorieën bijgekomen^{13 14}. Voor zonnepanelen op bestaande zwakke daken en zonneweides die rekening houden met de natuur. Daarnaast is er voor 2024 en 2025 ook 25 miljoen euro beschikbaar gesteld aan Regionale Energie Strategieën (RES)-regio's in de vorm van een Kwaliteitsbudget voor extra natuurmaatregelen bij wind- en zonneparken, die verder gaan dan de SDE eisen.
- Nieuw in de SDE regeling van 2024 is ook dat alleen nog subsidie aangevraagd kan worden voor netlevering. De mogelijkheid tot het meenemen van subsidiabele jaarproductie (overproductie) naar een volgend jaar (het zogenaamde backward banking) vervalt. In plaats daarvan is er een systeem geïntroduceerd om overwinsten te verrekenen of terug te betalen. Dit zijn opbrengsten boven het vastgestelde opbrengstgrensbedrag.
- Er wordt onderzoek gedaan naar de invoering van een tweezijdig contract for difference (CFD) bij de SDE¹⁵. Dit nieuwe systeem zal naar verwachting in 2027 worden geïntroduceerd, met projecten die vanaf 2029 gerealiseerd kunnen worden.
- In april 2024 ondertekenden de Europese Commissie het European Solar Charter¹⁶. Met dit handvest wil de Europese Unie een veerkrachtig aanbod van duurzame zonnepaneelproducten in de EU bevorderen.
- In november 2024 is het wetsvoorstel voor de beëindiging van de salderingsregeling aangenomen¹⁷. Hierdoor is het per 1 januari 2027 niet meer mogelijk om de teruggeleverde stroom te verrekenen met de eindafrekening voor kleinverbruikersaansluitingen.
- In november 2024 is gestart met het opstellen van de routekaart circulaire zonnestroomsystemen¹⁸ in opdracht van KGG. Deze wordt medio 2025 verwacht.
- Diverse acties uit het Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN) hebben in 2024 geresulteerd in netcode-wijzigingen en mogelijkheden voor netbeheerders om nieuwe contractvormen aan te bieden aan grootschalige zon-PV projecten.

¹⁰ [Thema's en indicatoren EcoCertified Solar Parks Label vastgesteld](#)

¹¹ [Routekaart Samenwerken in energiehubs - de Nulmeting | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)

¹² [Kamerbrief over Stimuleringsprogramma energiehubs | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl](#)

¹³ [Brochure SDE++ 2024](#)

¹⁴ [Veranderingen in SDE++ 2024 | RVO.nl](#)

¹⁵ [Kamerbrief over toekomstig stimuleringsbeleid zon-PV en windenergie op land na de SDE++ | Kamerstuk | Rijksoverheid.nl](#)

¹⁶ https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy/european-solar-charter_en?prefLang=nl

¹⁷ [Wet beëindiging salderingsregeling \(36.611\) - Eerste Kamer der Staten-Generaal](#)

¹⁸ [Solar Magazine - Kabinet werkt aan nieuwe routekaart circulaire zonnepanelen](#)

Rapporteren ontwikkeling zon-PV in vermogen

We rapporteren de voortgang in geïnstalleerd vermogen en niet in geproduceerde zonnestroom, omdat hiermee de ontwikkeling van zon-PV beter zichtbaar is. De geproduceerde zonnestroom per eenheid vermogen (kWp) wordt namelijk beïnvloed door meerdere factoren, zoals:

- variaties in de zoninstraling per jaar;
- verschillen in de oriëntatie van zonnepanelen;
- negatieve prijsvorming waardoor zon-PV systemen worden afgeschakeld;
- nieuwe contractvormen waarbij op vaste tijdsblokken geen levering plaatsvindt om netcongestie te voorkomen en
- spanningsproblemen waardoor de omvormers van zon-PV systemen zichzelf uitschakelen.

Context cijfers CBS

RVO heeft gebruik gemaakt van CBS-cijfers zoals het totaal jaarlijks opgesteld vermogen voor zon-PV. CBS geeft aan dat deze cijfers voor 2023 en 2024 later in het jaar waarschijnlijk bijgesteld zullen worden. RVO verwacht dat de definitieve cijfers over 2024 lager zullen uitkomen en marktsignalen zijn mede aanleiding dat de prognoses ook uitkomen op een minder groter groei dan in het verleden.

NP RES-doelen

De monitoring en zon-PV in relatie tot de NP RES-doelen vallen buiten de scope van de monitor zon-PV 2025. PBL maakt een jaarlijkse RES-monitor¹⁹.

Afkortingen en definities

Voor veel gebruikte afkortingen en definities, zie bijlage 1. Voor de definities en de wijze van rekenen sluiten we zo veel mogelijk aan bij het Begrippenkader RES²⁰ en het Begrippenkader Energiesysteem²¹. We wijken van het begrippenkader RES af in de bepaling van de realisatie prognose (paragraaf H1.5).

¹⁹ <https://www.pbl.nl/publicaties/monitor-res-2024>

²⁰ [Begrippenkader RES | Regionale Energiestrategie](#)

²¹ [Begrippenkaders | Programma VIVET](#)

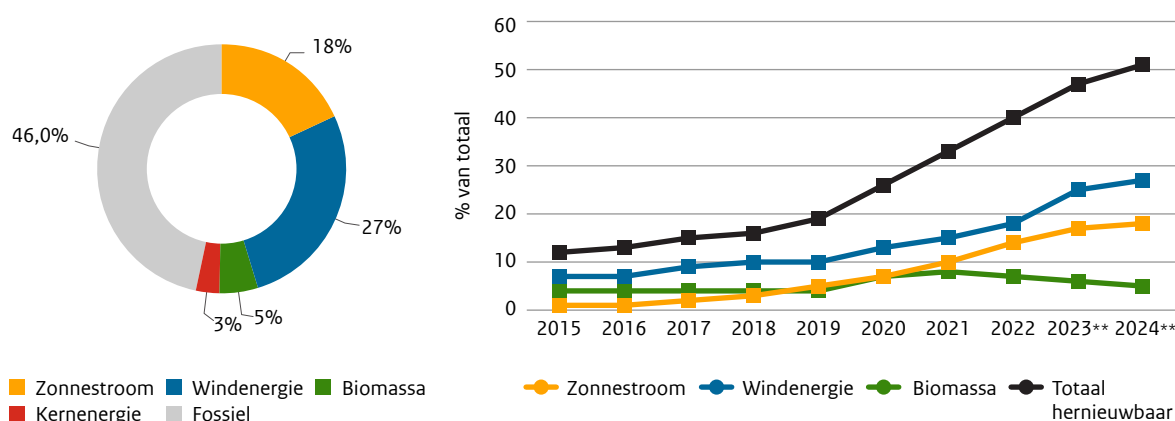
H1 Ontwikkeling van geïnstalleerd zon-PV in Nederland

In dit hoofdstuk wordt de ontwikkeling van geïnstalleerd zon-PV vermogen weergegeven. Hierbij wordt gekeken naar de huidige trends, algemene marktontwikkelingen, bijdrages uit verschillende subsidieregelingen en verwachte ontwikkelingen.

1.1 Context zon-PV in nationaal beleid en elektriciteitsmix

Op dit moment komt 50,6% van de totale elektriciteitsbehoefte uit hernieuwbare bronnen (zie Figuur 1.1). Dit komt met name door de sterke groei van zonnestroom en windenergie, terwijl het totale elektriciteitsverbruik de afgelopen vijf jaar ongeveer gelijk is gebleven. Zonnestroom groeit relatief het snelst. In 2017 bedroeg het aandeel nog 1,9% en in 2024 18,5%. Zon-PV is na windenergie de grootste bron van duurzame elektriciteit in 2024, met een totale hoeveelheid opgewekte energie van 22,3 TWh (zie Tabel 1.1).

Figuur 1.1: Links staat het netto elektriciteitsproductiemix in Nederland voor 2024. Rechts staat de ontwikkeling in het aandeel van hernieuwbare energiebronnen in Nederland ten opzichte van de totale netto elektriciteitsproductie.



Bron: CBS (voorlopige cijfers juli 2025)

Tabel 1.1: Elektriciteitsproductie per energiebron in 2024. 22,00

Energiebron	Elektriciteitsproductie in 2024 (TWh)
Zonnestroom	22,3
Windenergie (op zee en op land)	32,8 ²²
Biomassa	5,9
Kernenergie	3,4
Fossiel	55,5
Overig	0,6
Totaal	120,5

Bron: CBS (voorlopige cijfers juli 2025)

²² Wind op land en wind op zee bij elkaar opgeteld. CBS gebruikt hiernaast een andere methode om de elektriciteitsproductie te bepalen dan de Monitor windenergie op land in Nederland van RVO.

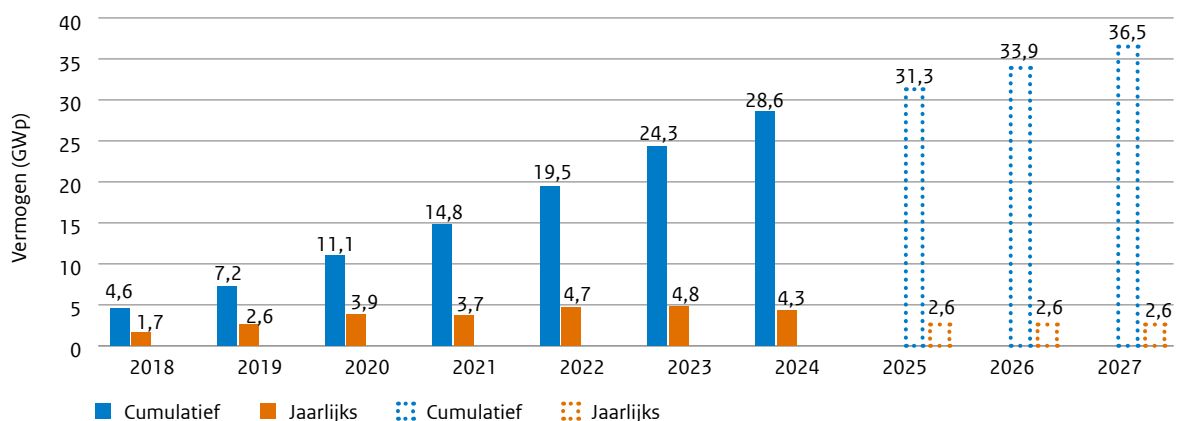
1.2 Ontwikkeling totaal geïnstalleerd zon-PV vermogen

In Figuur 1.2 zien we het jaarlijks en cumulatief opgesteld vermogen in Nederland met een driejarige prognose gebaseerd op de SDE-pijplijn en schattingen op basis van marktontwikkelingen. Het geïnstalleerd vermogen in 2024 is gegroeid met 4,3 GWp*. Voor het eerst is de groei significant gedaald ten opzichte van voorgaande jaren. Zo was in 2022 en 2023 het geïnstalleerd vermogen 4,7 GWp en 4,8 GWp respectievelijk. Dit kwam met name door de hoge energieprijzen²³.

Het geïnstalleerd vermogen is in de afgelopen jaren meer dan verdubbeld van 4,6 GWp in 2018 naar 28,6 GWp in 2024 (zie ook Tabel 2). De jaarlijkse groei bedroeg gemiddeld 3,7 GWp in deze periode, met de sterkste jaarlijkse groei in 2022 en 2023.

In de komende drie jaar verwachten we nog steeds een groei van geïnstalleerd zon-PV vermogen, maar de jaarlijkse groei zwakt af naar gemiddeld 2,6 GWp per jaar. Hiermee verwacht RVO een cumulatief geïnstalleerd vermogen van 36,5 GWp in 2027. Om de richtwaardes²⁴ van het ontwikkelpad van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) van 59,3 GWp²⁵ in 2030 te halen is een jaarlijkse groei van 5,1 GWp nodig vanaf 2024.

Figuur 1.2: Jaarlijks en cumulatief geïnstalleerd zon-PV vermogen in Nederland met een driejarige prognose, gebaseerd op de SDE-pijplijn en schattingen op basis van marktontwikkelingen.



Bron: CBS en RVO

In Tabel 1.2 is weergegeven hoe het vermogen van zon-PV en de zonnestroomproductie de afgelopen zeven jaren is toegenomen. Tabel 1.2 laat ook het aandeel van zonnestroom in de totale elektriciteitsproductie zien.

²³ [Monitor Zon-PV 2024 | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)

²⁴ Uit marktsignalen blijkt dat curtailment bij met name grote zonneparken toeneemt. Hierdoor is een toename in totaal opgesteld vermogen niet 100% te vertalen naar een toename in hernieuwbare elektriciteit door zon-PV. Hier is geen verder onderzoek naar gedaan.

²⁵ [Concept-Nationaal plan energiesysteem: Ambtelijk werkdocument B - Ontwikkelpaden ketens van het energiesysteem | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)

Tabel 1.2: Ontwikkeling van zon-PV in de nationale elektriciteitsproductie.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Opgesteld cumulatief zon-PV vermogen (MWp)	4.609	7.226	11.108	14.823	19.536	24.302	28.620
Zonnestroomproductie (GWh)	3.708	5.399	8.567	11.304	16.657	19.578	22.257
Netto elektriciteitsproductie (GWh)	110.841	117.862	119.838	117.919	117.274	117.534	120.548
Aandeel zonnestroomproductie ten opzichte van netto elektriciteitsproductie	3,3%	4,6%	7,1%	9,6%	14,2%	16,7%	18,5%

Bron: CBS (voorlopige cijfers juli 2025)

Om beter te begrijpen hoe de huidige groei en prognose tot stand zijn gekomen, wordt in de volgende paragraaf het totale vermogen verder opgedeeld in verschillende marktsegmenten in de context van de huidige marktontwikkelingen.

1.3 Ontwikkeling geïnstalleerd vermogen zon-PV per marktsegment

In Figuur 1.3 zien we het jaarlijks en cumulatief opgesteld vermogen in Nederland met een driejarige prognose opgesplitst naar drie marktsegmenten:

- grootschalig met SDE;
- grootschalig zonder SDE;
- kleinschalig.

Er is gekozen om grootschalig zon-PV op te splitsen, aangezien de SDE-regeling een grote rol speelt binnen deze categorie. Hiernaast is er een beschikbaarheid van SDE-data, waardoor de ontwikkelingen en prognoses in meer detail weergegeven kunnen worden.

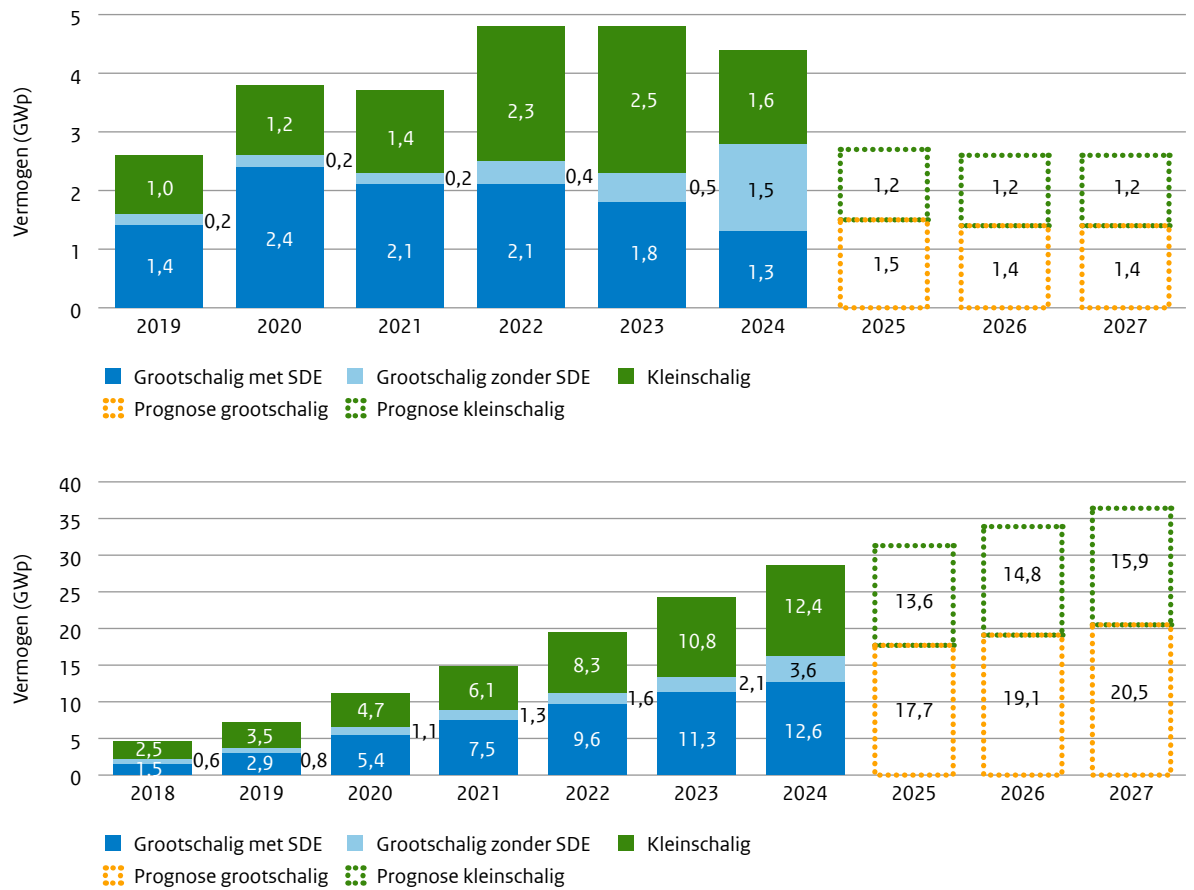
Grootschalig zon-PV met SDE zijn SDE-projecten vanaf 15 kWp aangesloten op een grootverbruikaansluiting. Grootschalig zonder SDE zijn installaties vanaf 15 kWp die zowel op een grootverbruik- als een kleinverbruikaansluiting kunnen zitten. Kleinschalig zon is het marktsegment waarin zonprojecten op particuliere woningen vallen. Andere regelingen spelen ook een rol in de realisatie van grootschalig zon-PV, maar deze zijn veel kleiner. In paragraaf 1.7 wordt hier aandacht aan besteed.

Huidige groei en prognose

In Figuur 1.3 zien we dat zowel grootschalig als kleinschalig zon-PV een belangrijke rol spelen in de groei van geïnstalleerd zon-PV vermogen. Voor grootschalig met SDE zien we een gestage daling sinds 2020. Met 2,4 GWp in 2020 naar 1,3 GWp in 2024 met een verwachte daling naar 1,0 GWp groei per jaar in 2025 tot en met 2027. Voor het segment grootschalig zon-PV spelen er verschillende markttrends een rol die beschreven zijn in de volgende paragraaf (zie H1.4). Voor de ramingen van de categorie grootschalig met SDE is ook gebruik gemaakt van de SDE-pijplijn. Paragraaf 1.5 gaat in op de ontwikkelingen, omvang, verwachte realisatiegraad en pijplijn van de SDE.

Voor grootschalig zonder SDE zien we een verdrievoudiging van het opgesteld vermogen van 0,5 GWp in 2023 naar 1,5 GWp in 2024. Aankomende jaren verwachten we een jaarlijkse groei van 0,4 GWp. Het jaar 2024 wordt voor deze categorie als afwijkend beschouwd zoals beschreven in H1.2.

Het jaarlijks geïnstalleerd vermogen van kleinschalig zon-PV is in 2024 scherp gedaald naar 1,6 GWp ten opzichte van 2,5 GWp in 2023. De afname komt onder andere door een daling van de energieprijzen sinds 2023, waardoor er een minder grote prijsprikkel is om te verduurzamen, het beëindigen van de salderingsregeling en toenemende terugleverkosten. Echter, met duidelijkheid over de salderingsregeling en dalende systeemprijzen en toenemende mogelijkheden voor eigengebruik ontstaan ook weer kansen (zie H3.2). Ten slotte zal bij veel nieuwbouwprojecten en grotere renovatieprojecten nog steeds zon-PV worden geïnstalleerd om aan de bouwnormen te voldoen. Daardoor verwachten we een jaarlijkse groei van 1,2 GWp kleinschalig zon-PV voor de periode 2025 tot en met 2027.

Figuur 1.3: Jaarlijks (boven) en cumulatief (onder) geïnstalleerd vermogen (GWp) voor verschillende marktsegmenten.

Bron: CBS en RVO

1.4 Algemene marktsignalen

Huidige uitdagingen

Na jaren van groei van zowel zon-PV op veld en dak, nam het groeitempo in 2024 enigszins af. In gesprek met twintig marktpartijen waaronder ontwikkelaars, energieleveranciers, netbeheerders en ontwikkelaars, en verschillende onderzoeken van RVO, worden de volgende knelpunten genoemd:

1. Afnemende marktwaarde van zonnestroom;
 2. Minder beschikbaarheid van geschikte locaties voor zonnepanelen;
 3. Netcongestie;
 4. Onzekerheid door veranderende wet- en regelgeving;
 5. Afnemende rentabiliteit van zonne-energie.
1. De marktwaarde van zonnestroom is de laatste jaren snel gedaald. Voornaamste reden is dat de zonmarkt haar (toekomstige) productie niet goed kwijt kan. Tijdens een groot deel van de zonnige uren in de lente- tot en met de herfstmaanden voorziet zon-PV Nederland van stroom en heeft zon-PV een groot deel van de gelijktijdige grijze stroom vervangen. Ook zijn er steeds vaker momenten dat de elektriciteitsproductie door zon-PV hoger is dan de elektriciteitsvraag en ontstaan er negatieve elektriciteitsprijzen op de elektriciteitsmarkten. Het (tijdelijk) opslaan van de zonproductie of zon-PV systemen zo ontwerpen dat productie beter matcht met het profiel van de elektriciteitsvraag, is over het algemeen nog geen gangbare praktijk. Hierdoor worden zonnestroomsystemen steeds vaker afgeschakeld (gecurtaild) of gedimd (deels afgeschakeld) om extra kosten te voorkomen.
 2. Aanbieders van zon-PV geven aan dat in Nederland het meeste “laaghangende fruit” is geplukt. Dit betekent dat de meest eenvoudige en snel te ontwikkelen zon-PV-projecten inmiddels zijn gerealiseerd. Denk hierbij aan daken met voldoende constructieve draagkracht en geschikte oriëntatie. Zo lagen er in 2023 op 2,6 miljoen daken van huishoudens zonnepanelen, wat neerkomt op ongeveer 1 op de 3 huishoudens²⁶. Ook zijn de meest geschikte veldlocaties en bedrijfsdaken inmiddels al voorzien van zonnepanelen.
 3. Door netcongestie is het voor met name grootschalige projecten steeds moeilijker om een netaansluiting en transportcapaciteit te krijgen. Aanbieders van zon-PV en hun klanten ervaren netcongestie in toenemende mate als knelpunt voor de realisatie van met name grootschalige projecten. Projecten lopen hierdoor vertraging op of de originele plannen moeten worden herzien. Daarnaast kan het door netcongestie voor komen dat zon-PV projecten die wel een aansluiting hebben, op sommige momenten geen zonnestroom kunnen terugleveren aan het net. Op dit moment geldt dit vooral voor kleinschalige systemen die op het laagspanningsnet zijn aangesloten. Door oplopende netspanning in bepaalde gebieden kunnen dit soort systemen op sommige momenten niet terugleveren. Dit leidt tot verlies aan inkomsten en kan uiteindelijk de businesscase van een project negatief beïnvloeden. Netcongestie speelt zowel voor kleinschalige als grootschalige zon-PV systemen een rol. Bij kleinschalige zon-PV systemen is er sprake van toenemende netproblemen en netcongestie, zoals langere wachttijden voor verkrijgen van nieuwe aansluiting met transportcapaciteit, afschakelende PV-systemen doordat op momenten sprake is van te veel spanning.

Netbeheerders geven aan dat netcongestie de komende jaren belemmeringen zal blijven opleveren, die invloed hebben op zowel groot- als kleinverbruikers. Netbeheerders noemen de beperking van de netaansluiting tot 50% van het piekvermogen in de SDE++-regeling een goede ontwikkeling vanuit het perspectief van netcapaciteit.

4. Zowel het grootschalige als het kleinschalige marktsegment heeft te maken met een veranderende context door aanpassingen van wet- en regelgeving. Vanaf 2024 worden zonnepanelen bijvoorbeeld niet meer gestimuleerd via de ISDE-regeling. Op 17 december 2024 heeft de Eerste Kamer ingestemd met het beëindigen van de salderingsregeling vanaf 1 januari 2027. Onduidelijk is nog hoe energie delen in Nederland geïmplementeerd gaat worden. Ontwikkelaars van grootschalige projecten hebben te maken met de Aangescherpte Voorkeursvolgorde Zon (zonneladder), waarbij volgens de volgorde van de treden de focus ligt op zon op dak. Zon-PV op veld staat op de laatste trede. Ook zijn er extra eisen gesteld aan zon-PV op veldprojecten. De grond moet multifunctioneel gebruikt worden en bijdragen aan agri-PV of natuurinclusieve projecten. Over het algemeen leidt dit tot hogere ontwikkelingskosten en is de zonnestroomproductie

²⁶ De voordelen van zonnepanelen | Milieu Centraal

per vierkante meter lager. Daarnaast blijft het streven van 50% participatie van omwonenden overeind. Een aantal grote projectontwikkelaars gaan zich hierdoor meer richten op buitenlandse markten.

Verder wordt bij de ontwikkeling van grootschalige SDE-projecten de traagheid en complexiteit van subsidieprocessen als een belemmering ervaren (zie ook H3.1).

5. De beëindiging van de salderingsregeling zorgt in de toekomst voor een minder gunstig rendement op de investering in zon-PV bij kleinverbruikers. Zowel verkopers van zonsystemen als producenten van zoninstallaties hebben hun zorgen geuit over de rentabiliteit. "Tegelijkertijd zijn zonnepanelen nog steeds een goede investering en worden deze terugverdiend binnen de levensduur. Het rendement kan verhoogd worden door het eigen verbruik te verhogen."

Voor grootschalige zon-PV-projecten loopt de rentabiliteit ook terug. Ontwikkelaars geven aan dat financiering lastiger is geworden, onder meer door hogere rendementseisen, toename van verwachte inbreng eigen vermogen en hogere rentes.

Gevolgen en kansen van huidige marktomstandigheden

De hierboven geschetste uitdagingen dwingen bedrijven om mee te veranderen. Kennis, expertise en investeringen zijn nodig om succesvol bestaande en nieuwe zon-assets te kunnen blijven exploiteren en realiseren. Zo breiden zon-PV ontwikkelaars hun portfolio uit om lokaal gebruik en tijdelijk opslag van zonnestroom mogelijk te maken. En investeren aanbieders van opgewekte zonnestroom uit nieuw en bestaande zonnestroomssystemen in alternatieven voor netlevering tijdens negatieve prijsuren, zoals eigengebruik, afschakelen of opslag.

Daarnaast zetten sommige ontwikkelaars in op nieuwe kansrijke locaties en innovaties om zonnepanelen te installeren, bijvoorbeeld op water, op gevels, agri-PV en op parkeerterreinen. De noodzaak voor innovatie en diversificatie kan de zonne-energiesector toekomstbestendiger maken. Ook worden er vanuit netbeheerders en leveranciers nieuwe marktmodellen ontwikkeld om afnemers te verleiden hun afname meer aan te passen aan het opwekprofiel van elektriciteit uit duurzame bronnen, en zonnestroomproducenten om hun aanbod meer aan te passen aan het afnameprofiel van de elektriciteitsvraag.

Het lukt niet alle bedrijven om zich aan te passen aan de snel veranderende markt. Er is een toename in het aantal faillissementen van installateurs van kleinschalige systemen. Ook projectontwikkelaars van grote systemen verkeren in moeilijkheden en moeten personeel ontslaan of trekken zich terug van de Nederlandse markt. Dit kan een risico vormen voor het behalen van de doelen van de energietransitie, omdat hierdoor mogelijk waardevolle kennis en expertise verloren gaat.

1.5 De rol van de SDE-regeling in de huidige zon-PV markt

De SDE-regeling als belangrijk stimuleringsinstrument voor ontwikkeling zon-PV

De SDE-regeling speelt een belangrijke rol in de ontwikkeling van grootschalige zon-PV projecten. 44% van het totaal opgesteld vermogen en 78% van het grootschalig opgesteld vermogen is gerealiseerd met behulp van SDE-subsidie tot en met 2024. Van jaar tot jaar zien we grote verschillen. In Tabel 1.3 is te zien dat de SDE-regeling in 2020 en 2021 zelfs bijdroeg aan 91% van het grootschalig gerealiseerd vermogen in dat jaar. De laatste drie jaar zien we een daling.

In 2024 werd 30% van het totale opgestelde zon-PV vermogen gerealiseerd met SDE-subsidie en blijft de dalende trend zich doorzetten. In 2022 en 2023 kwam het lage aandeel gerealiseerd vermogen ten opzichte van totaal door de grote vermogens kleinschalig opgesteld zon-PV. In 2024 komt dit door de verdrievoudiging van de categorie grootschalig zonder SDE. Zoals in H1.2 genoemd, wordt verwacht dat deze categorie lager is dan nu gerapporteerd.

Tabel 1.3: Jaarlijks gerealiseerd SDE-vermogen in MWp en als percentage van het jaarlijks gerealiseerde grootschalige (≥ 15 kWp) en totale zon-PV vermogen.

	2020	2021	2022	2023	2024
Gerealiseerd SDE vermogen (MWp)	2.433	2.105	2.096	1.774	1.276
Aandeel SDE ten opzichte van totale jaarlijkse grootschalige zon-PV realisatie	91%	91%	86%	79%	47%
Aandeel SDE vermogen ten opzichte van totale jaarlijkse zon-PV realisatie	63%	57%	44%	37%	30%

Bron: RVO

Ontwikkeling van de verschillende categorieën binnen de SDE-regeling

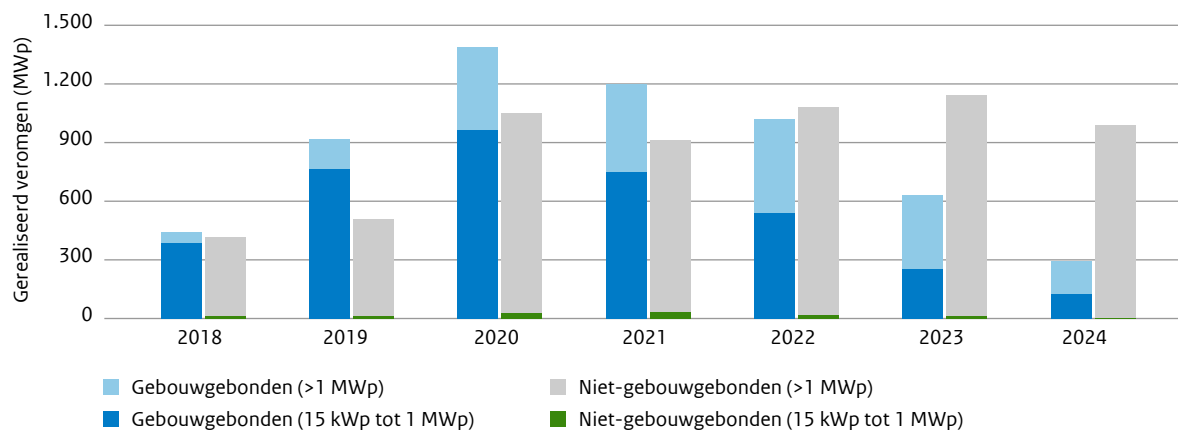
De SDE maakt voor zon-PV onderscheid tussen verschillende categorieën met elk hun eigen voorwaarden. Projecten die kleiner zijn dan 1 MWp hebben een realisatietermijn van twee jaar en zijn in de meeste gevallen gebouwgebonden projecten. Deze groep vormt in aantal projecten de grootste categorie in de SDE. In vermogen is deze categorie na niet-gebouwgebonden ≥ 1 MWp het grootst (zie Tabel 1.4). Gebouwgebonden projecten die groter zijn dan 1 MWp bestaan uit grote zon op dak projecten en kennen een realisatietermijn van 3 jaar. Niet-gebouwgebonden systemen die groter zijn dan 1 MWp kennen een realisatietermijn van 4 jaar en bestaan voornamelijk uit grote veldopstellingen.

Tabel 1.4: Cumulatief geïnstalleerd SDE vermogen per categorie (MWp).

	Gerealiseerd tot en met 2020	Gerealiseerd tot en met 2021	Gerealiseerd tot en met 2022	Gerealiseerd tot en met 2023	Gerealiseerd tot en met 2024
Tussen 15 kWp en 1 MWp	2.684	3.467	4.023	4.288	4.417
Gebouwgebonden (≥ 1 MWp)	703	1.150	1.631	2.008	2.175
Niet- gebouwgebonden (≥ 1 MWp)	2.003	2.883	3.945	5.080	6.062

Bron: RVO

In Figuur zien 1.4 we het jaarlijks gerealiseerd vermogen met behulp van SDE-subsidie voor 2018 tot en met 2024. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen gebouwgebonden en niet-gebouwgebonden projecten. Het jaarlijks gerealiseerd vermogen steeg tot en met 2020 naar 2.408 MWp. Sinds 2020 is het jaarlijks gerealiseerd vermogen niet-gebouwgebonden ≥ 1 MWp relatief constant gebleven. Het jaarlijks gerealiseerd vermogen bij gebouwgebonden projecten is echter sterk gedaald sinds 2020. Hierdoor daalde het aandeel gebouwgebonden projecten van 64% in 2019 naar 23% in 2024 (Tabel 1.5).

Figuur 1.4: Ontwikkeling van het jaarlijks gerealiseerd zon-PV vermogen voor de verschillende SDE categorieën.

Bron: RVO

Tabel 1.5: Jaarlijks gerealiseerd gebouwgebonden en niet-gebouwgebonden zon-PV vermogen (in MWp) binnen de SDE-regeling.

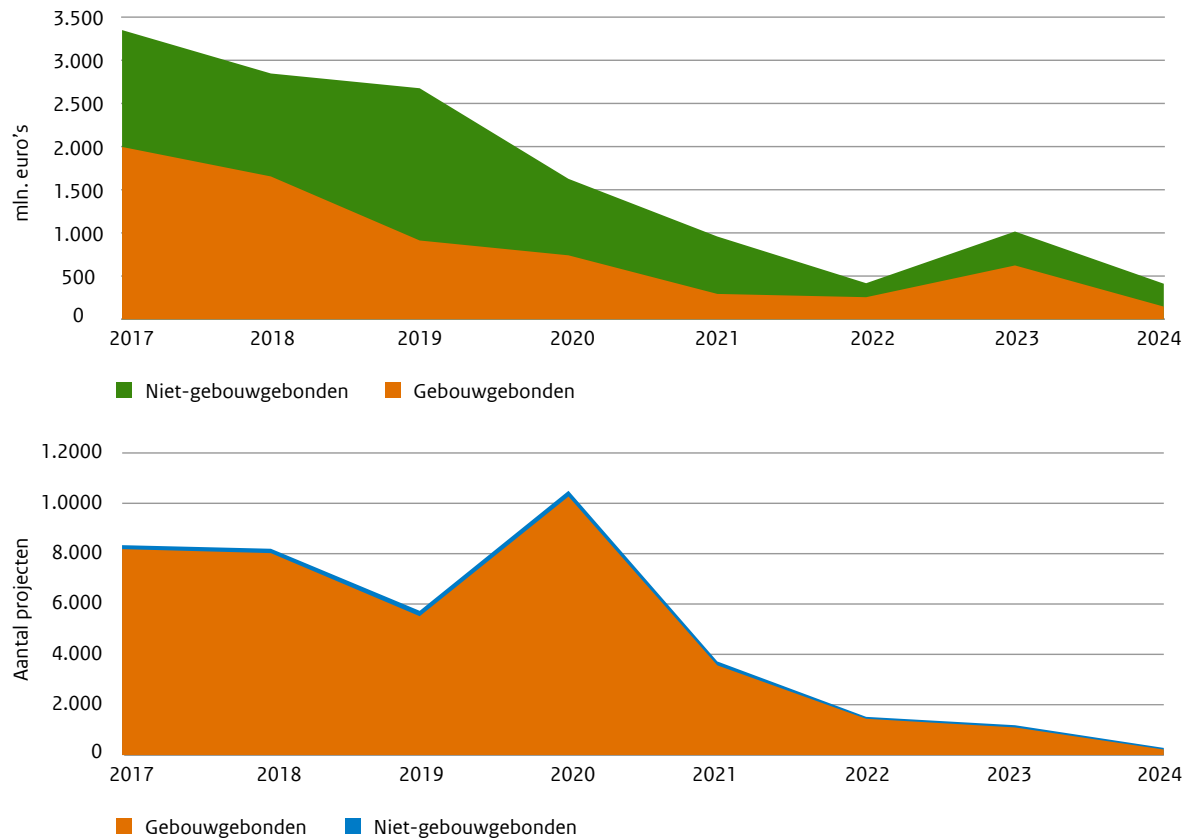
	Gebouwgebonden	Niet-gebouwgebonden	Aandeel gebouwgebonden
2018	438	413	51%
2019	917	508	64%
2020	1.387	1.048	57%
2021	1.198	911	57%
2022	1.019	1.080	49%
2023	632	1.145	36%
2024	292	986	23%

Bron: RVO

In het linker paneel van Figuur 1.5 zien we dat het totaal gecommiteerde SDE-bedrag per jaar voor zon-PV afneemt. Voor zon-PV op dak zien we een daling van 1.996 miljoen euro in 2017 naar 146 miljoen euro in 2024. Voor zon-PV op dak of water zien we een daling van 1.354 miljoen. euro in 2017 met een piek van 1.764 miljoen euro in 2019 naar 265 miljoen euro in 2024. De daling van het gecommiteerde bedrag komt enerzijds doordat er minder vermogen wordt aangevraagd en anderzijds doordat de subsidiebedragen zijn afgenomen.

Ook zien we dat aantal beschikte SDE-projecten sterk afneemt sinds 2020. Van 10.270 SDE zon-PV op dak projecten in 2020 naar 219 in 2024. Voor zon-PV op veld of water geldt dat er in 2020 227 projecten SDE-projecten waren beschikt. In 2024 waren dit er 64. De daling van het aantal projecten lijkt zeer groot, maar hierbij moet wel worden aangetekend dat de gemiddelde omvang van de projecten aanzienlijk is toegenomen.

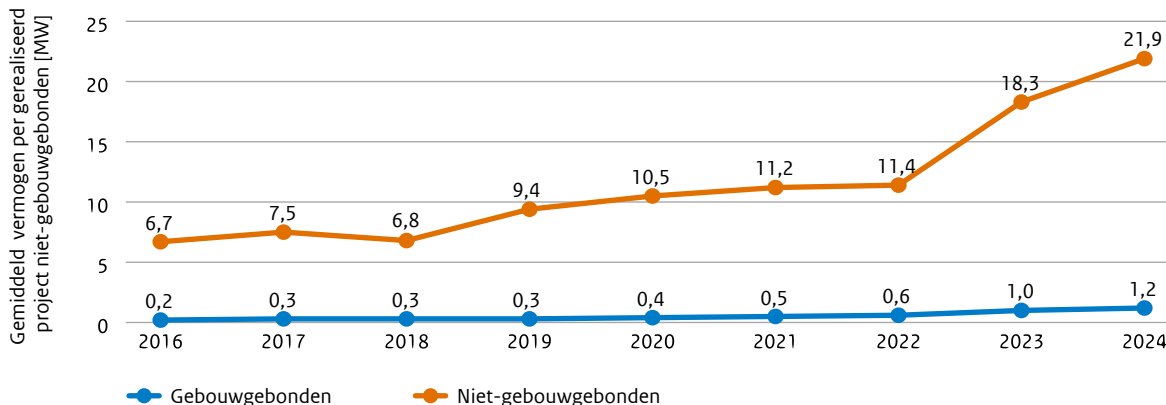
Figuur 1.5: Boven: Totaal jaarlijks gecommiteerd SDE bedrag per categorie. Onder: Totaal jaarlijks aantal beschikte projecten per categorie.



Bron: RVO

In Figuur 1.6 zien we dat de gemiddelde omvang van de gerealiseerde projecten aanzienlijk toenam tussen 2018 tot en met 2024. Het gemiddelde vermogen van gebouwgebonden projecten verdriedubbelde tussen 2020 en 2024. Het vermogen van niet-gebouwgebonden projecten (veld- en wateropstellingen) nam in dezelfde periode toe met een factor twee.

De SDE 2024 is een overgangsjaar voor zon-PV op veld. In 2024 kon zowel SDE worden aangevraagd met of zonder natuur-inclusiviteit. Zo werden 32 projecten met 619 MWp beschikt voor zon-PV op veld en 21 projecten met 676 MWp beschikt met natuurinclusief zon-PV op veld.

Figuur 1.6: Gemiddelde projectomvang van gebouwgebonden en niet-gebouwgebonden projecten.

Bron: RVO

Vrijval van SDE projecten

Binnen en buiten de SDE zien we dat er ook veel projectinitiatieven in de markt zijn die uiteindelijk niet tot realisatie leiden. In 2024 is er 1.915 MWp aan vermogen volledig vrijgevallen in de SDE. Bij volledige vrijval gaat het om projecten die nog niet zijn gerealiseerd en worden ingetrokken op initiatief van RVO of van de aanvrager. Het vrijgevallen vermogen in 2024 is vergelijkbaar met het niveau van 2023 en duidelijk hoger dan het niveau van de periode 2020 en 2021. De meeste vrijval (46% van het vrijgevallen vermogen) in 2024 vond plaats in de categorie gebouwgebonden systemen met een vermogen van minder dan 1 MWp (zie Tabel 1.6). Daarnaast komt het, met name bij gebouwgebonden projecten, regelmatig voor dat het vermogen van gerealiseerde projecten kleiner is dan het oorspronkelijk aangevraagde vermogen. Als het gerealiseerde vermogen meer dan 10% onder het oorspronkelijke vermogen ligt spreken we van gedeeltelijke vrijval. De omvang van de gedeeltelijke vrijval in 2024 was 94 MWp (zo'n 5% van de totale vrijval).

Tabel 1.6: Volledige vrijval in 2024 per categorie in vermogen (MWp).

	2021	2022	2023	2024
Tussen 15 kWp en 1 MWp	736	1885	356	887
≥1 MWp gebouwgebonden	369	912	987	616
≥1 MWp Niet-gebouwgebonden	146	39	711	412

Bron: RVO

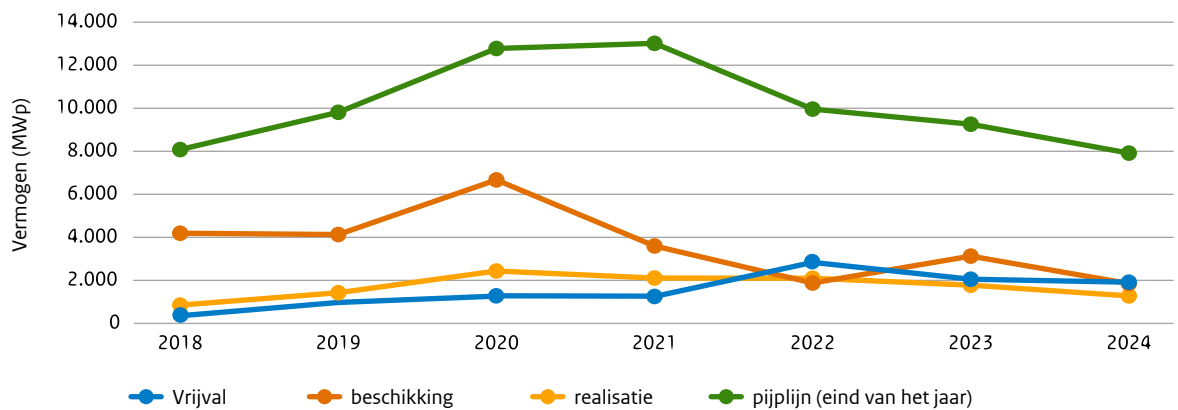
1.6 Verwacht gerealiseerd vermogen van de SDE-regeling

Het verwacht gerealiseerd vermogen van de SDE-regeling baseren we op de hoeveelheid beschikt vermogen van projecten in de pijplijn en de verwachte realisatiepercentages van de projecten in de pijplijn. De pijplijn is de verzameling projecten die een SDE toekenning hebben, maar nog niet zijn gerealiseerd.

SDE-pijplijn

Figuur 1.7 en Tabel 1.7 geven weer hoe de pijplijn van de beschikte SDE projecten zich in de afgelopen jaren heeft ontwikkeld. Tot 2021 groeide de pijplijn doordat het vermogen van alle beschikte projecten groter was dan het vermogen van alle projecten die uit de pijplijn verdwenen doordat ze werden gerealiseerd of om uiteenlopende redenen niet doorgingen (oftewel vrijval). Sinds 2022 wordt er minder vermogen beschikt en is er meer vrijval. Dit heeft gezorgd voor een krimp van de pijplijn. In 2024 daalde de omvang van de pijplijn met 1.342 MWp, tot een volume van circa 8.000 MWp aan het eind van 2024. Vanuit marktsignalen wordt verwacht dat de pijplijn de aankomende jaren sterk daalt.

Het aangevraagd vermogen is in Figuur 1.7 niet weergegeven. Herin zien we de afgelopen twee jaar dat >90% van de aanvragen ook beschikt werden. Hiervoor was dit percentage duidelijk lager, met name omdat het budgetplafond van de SDE bereikt was.

Figuur 1.7: Ontwikkeling van de SDE(+)-pijplijn in de periode 2018 tot 2024**Tabel 1.7:** Ontwikkeling van de SDE(+)-pijplijn in de periode 2018 tot 2024

Jaar	Vrijval (MWp)	Beschikking (MWp)	Realisatie (MWp)	Omvang pijplijn (MWp)
2018	355	4.191	851	8.080
2019	973	4.131	1.425	9.813
2020	1.269	6.670	2.435	12.779
2021	1.252	3.599	2.109	13.018
2022	2.836	1.878	2.099	9.961
2023	2.053	3.128	1.777	9.259
2024	1.915	1.851	1.278	7.916

Verwachte realisatie op basis van het verwachte beschikbaar vermogen

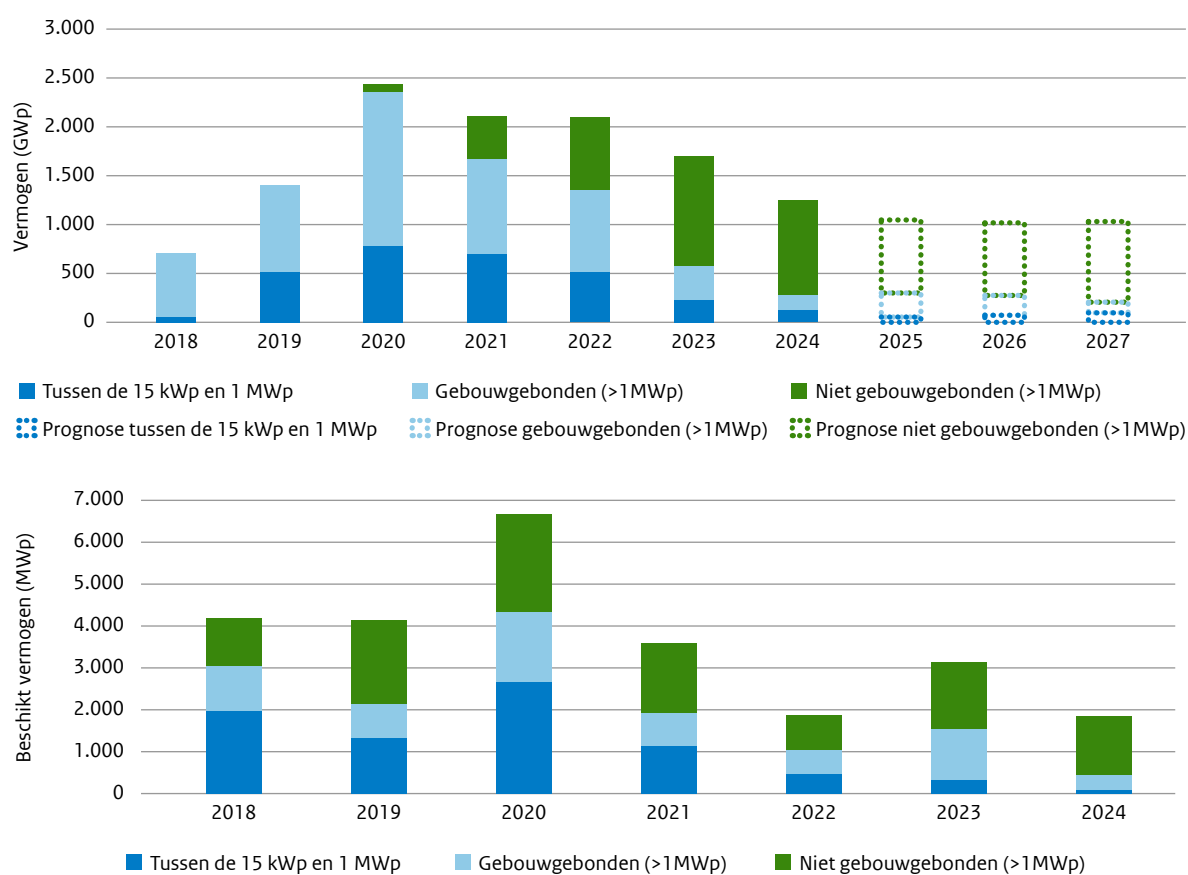
Voor de verwachte realisatie van SDE-projecten is een prognose van verwacht beschikbaar vermogen nodig. In 2024 was het beschikt vermogen 1.851 MWp en RVO verwacht een lager beschikt vermogen de komende jaren met een dalende trend richting 2027. Dit is gebaseerd op data-analyse, marktontwikkelingen en de inschatting van experts.

Naast het verwacht beschikbaar vermogen wordt gebruik gemaakt van het realisatiepercentage om het verwachte gerealiseerde vermogen te berekenen. Oftewel het vermogen dat daadwerkelijk gerealiseerd gaat worden ten opzichte van het (verwacht) beschikbaar vermogen. De inschatting van het realisatiepercentage is gebaseerd op de resultaten van vorige SDE-rondes en gesignaleerde en verwachte marktontwikkeling. Per zon-PV categorie is hiervoor een onderscheid gemaakt:

- SDE-projecten tussen 15 kWp en 1 MWp gebouwgebonden: verwacht realisatiepercentage van 30% (vorig jaar 35%);
- SDE-projecten ≥ 1 MWp gebouwgebonden: verwacht realisatiepercentage van 30% (vorig jaar 35%);
- SDE-projecten ≥ 1 MWp niet-gebouwgebonden: verwacht realisatiepercentage van 60% (vorig jaar 90%);

Ten opzichte van vorig jaar zijn de veronderstelde realisatiegraden dus verlaagd voor alle zon-PV categorieën. In Figuur 1.8 zien we de ontwikkeling van het gerealiseerd vermogen en het verwachte gerealiseerde vermogen voor 2025 tot en met 2027 voor de SDE-regeling. Ten opzichte van 2024 verwachten we dat het jaarlijks gerealiseerde vermogen nog enigszins zal dalen en zich zal stabiliseren op ongeveer 1000 MWp per jaar. Waarbij verwacht wordt dat de categorie ≥ 1 MWp Niet-gebouwgebonden zorgt voor ongeveer 80% van het totale gerealiseerde vermogen door het relatief grote beschikte vermogen en hoge realisatiegraad. Het aandeel gebouwgebonden projecten wordt steeds kleiner door het lage aantal beschikkingen en de lagere realisatiegraad van deze projecten. De verwachting is dat de realisatie van zon op veld nog wat langer op niveau blijft omdat de realisatietermijn van deze projecten wat langer is en er de afgelopen jaren veel projecten zijn beschikt.

Figuur 1.8: Boven: gerealiseerd en verwacht gerealiseerd vermogen (stippellijn) binnen de SDE-regeling. Onder: beschikt vermogen binnen de SDE-regeling.



Bron: RVO

1.7 Andere regelingen in de zon-PV markt

Naast de SDE(++) zijn er ook andere regelingen en programma's waarmee de zonmarkt wordt gestimuleerd. In deze paragraaf gaan we in op de resultaten.

Andere regelingen

In 2024 is 1.267 MWp vermogen zon-PV met de SDE gerealiseerd. Volgens de huidige schattingen werd 1.458 MWp²⁷ grootschalig zon-PV zonder de ondersteuning vanuit de SDE gerealiseerd. Naast de SDE zijn er diverse andere regelingen die de realisatie van zowel grootschalig als kleinschalig zon-PV stimuleren, zoals de EIA, SCE, BOSA en DUMAVA. In 2024 werd de realisatie van zon-PV vanuit deze regelingen ondersteund met een geschat vermogen van 98 MWp. Dit is een sterke afname ten opzichte van van 2023, waarin 330 MWp aan geschat vermogen ondersteund werd door andere regelingen.

Met uitzondering van de SCE is de stimulering vanuit deze regelingen meestal een aanvulling op de salderingsregeling. In Tabel 1.8 is een schatting opgenomen van de bijdrage van de verschillende regelingen.

Tabel 1.8: realisatie van andere regelingen buiten de SDE. *Er is niet precies openbaar bekend hoeveel vermogen aan zon-PV op een kleinverbruikaansluiting aangesloten zijn. **Binnen de ISDE worden sinds 2024 zonnepanelen niet meer gesubsidieerd.

Regeling	Belangrijkste kenmerken	Geschat jaarlijks gerealiseerd vermogen 2023 ²⁸	Geschat jaarlijks gerealiseerd vermogen 2024 ²⁸
Salderingsregeling	Kleinverbruikers verlagen hun energie-rekening doordat jaarlijks opwek (in kWh) in mindering wordt gebracht op de af te rekenen afname (in kWh) en hebben een kleinverbruikaansluiting	Minimaal 2,5 GWp*	Minimaal 1,1 GWp*
EIA	Ondernemers hebben belastingvoordeel door de investering af te trekken van de fiscale winst.	236 MWp	64 MWp
SCE	De SCE is een exploitatiesubsidie voor energiecoöperatie of vereniging van eigenaars (VvE).	14 MWp	19 MWp
ISDE, SVOH, SVVE	Zakelijke gebruikers kunnen gebruik maken van de ISDE voor de aanschaf van zonnepanelen. ²⁹	48 MWp	0 MWp**
BOSA	Amateursportorganisaties kunnen ook voor de aanschaf van zonnepanelen gebruik maken van deze regeling	30 MW	4 MWp
DUMAVA	Verduurzaming van maatschappelijk vastgoed	2 MWp	12 MWp

Bron: RVO

In 2024 werd 1.103 MWp-vermogen geplaatst met kleinschalige zon-PV-systemen van kleiner dan 15 MWp. Deze kleinschalige systemen worden vooral door particuliere woningeigenaren en kleine bedrijven geplaatst.

Naast particulieren en kleine bedrijven maakt ook het merendeel van alle andere bedrijven en instellingen in Nederland gebruik van de salderingsregeling. Zo kan bijvoorbeeld ook grootschalig zon-PV (≥ 15 kWp op kleinverbruikaansluiting) gerealiseerd worden met de salderingsregeling.

²⁷ Het CBS zal later dit jaar een bijstelling (waarschijnlijk naar beneden) doorvoeren van het totale gerealiseerde vermogen grootschalig zon-PV. Naar verwachting zal vooral de categorie grootschalig zonder SDE hierdoor lager uitkomen.

²⁸ Het geschatte vermogen is berekend op basis van de investering waarvoor subsidie is aangevraagd en een gemiddelde prijs van 1,24 Wp/euro in 2023 en 0,90 Wp/euro in 2024. Bron: Milieu Centraal.

²⁹ SVOH: subsidieregeling verduurzaming en onderhoud huurwoningen

SVVE: subsidieregeling energiebesparing eigen huis voor VvE

Zon op overheidsdaken en -gronden

Programma OER

In het programma Opwek van Energie op Rijksvastgoed (OER) wordt verkend waar en hoe grootschalig energie opgewekt kan worden op Rijksgronden. Het programma treft de voorbereidingen voor daadwerkelijke realisatie van energieprojecten door ontwikkelaars. Doel van programma OER is om de uitvoering van de Regionale Energie Strategieën (RES) te ondersteunen. Het programma OER is een samenwerking tussen Rijkswaterstaat (RWS), de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en het Rijksvastgoedbedrijf, in opdracht van het ministerie van KGG en Defensie. In 2024 zijn er 29 zon-PV projecten actief en 4 projecten gepauzeerd. De omvang van deze projecten is niet bekend. Volgens het begrippenkader van NP RES zitten alle projecten in de voorfase. Volgens de definities van RWS zitten er 10 projecten in de voorverkenningfase, 13 in de verkenningfase en 6 in de planfase. In de voorverkenningfase worden de scope en randvoorwaarden voor de verkenning vastgesteld. Tijdens de verkenning worden ontwerprichtlijnen bepaald en tijdens de planvorming wordt de verkenning verder uitgewerkt en geformaliseerd. De potentie van de projecten in de voorfase wordt geschat op 850 hectare zon in totaal.

Programma zon op dak Rijksvastgoedbedrijf

Het programma richt zich op daken van kantoren in beheer bij het Rijksvastgoedbedrijf en daken van het ministerie van Defensie. Het doel is om PV-systemen op 80% van de geschikte Rijkskantoren en Defensiedaken te realiseren in 2030. Het Rijksvastgoedbedrijf heeft 70 rijkskantoren in hun portfolio. Hiervan zijn twaalf geschikte daken belegd met zonnepanelen en worden er momenteel nog veertien extra daken belegd³⁰. Daarmee is 37% van de geschikte kantoordaken benut (Tabel 1.9).

Voor het portfolio van Defensie zijn dakscans uitgevoerd, waaruit 540 geschikte daken naar voren kwamen. Panden zijn afgevalen door “ruimtelijke factoren”, zoals de ligging van het dak en een monumentenstatus, dakconstructie of een negatieve businesscase. Op dit moment zijn 96 panden benut voor zon-PV, wat neerkomt op 18% geschikt dak benut met zon-PV³¹.

Tabel 1.9: Percentage geschikt dak benut met zon-PV.

In 2024 is het portfolio van het Rijksvastgoedbedrijf gekrompen. Hierdoor zijn de percentages niet te vergelijken met voorgaande jaren.

	Rijksvastgoedbedrijf (70 panden)	Defensie (540 panden)
2022	12%	15%
2023	23%	17%
2024	37%*	18%

Bron: Rijksvastgoedbedrijf.

³⁰ <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-32813-1464.pdf>

³¹ In een parallel programma van OER-Defensie wordt verkend wat het niet-gebouwgebonden potentieel is op Defensie locaties.

H2 Kosten en baten van zonnestroomsystemen

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op kostprijs- en opbrengstontwikkelingen en de invloed van de elektriciteitsmarktontwikkelingen op de businesscase voor zon-PV projecten. Dit hoofdstuk laat zien dat de dalende kostprijs gunstig is voor de businesscase. Echter, dalende financiële opbrengsten uit zowel subsidies als de markt, in combinatie met toenemende risico's en onvoorziene kosten, zorgen ervoor dat de benodigde rendementen bij zowel bestaande gerealiseerde projecten als nieuwe projecten steeds verder onder druk staan.

2.1 Kostprijs zon-PV systemen ook in 2024 gedaald

De kosten voor zonnepanelen, omvormers en de installatie ervan (de zogenoemde turnkey-investering) zijn in 2024 opnieuw gedaald. Dit volgt op een korte periode van prijsstijgingen rond midden 2022. De directe kosten, zoals bijvoorbeeld panelen, omvormers en de installatie, maken circa 40% uit van de totale kosten van een zon-PV project. De overige 60% bestaat uit bijkomende kosten, zoals netaansluiting, beveiliging, jaarlijkse kosten voor onderhoud en bedrijfsvoering (O&M), verzekering, en financieringskosten. Hieronder vallen rente en aflossing. In 2024 zijn met name de kosten voor netaansluiting en financiering gestegen. Daarnaast zijn in 2024 veel PV-systemen uitgerust met stuurboxen of energiemanagementsystemen (EMS).

Slimme omvormers, stuurboxen en energiemanagementsystemen

In 2024 worden in Nederland steeds vaker systemen gebruikt om zonnepanelen automatisch aan of uit te zetten, zoals een slimme omvormer, stuurbox of een EMS. Dat gebeurt niet alleen bij nieuwe, maar ook bij bestaande grotere zonne-installaties. Naarmate de aansturing complexer wordt, voldoet een slimme omvormer niet meer en is een stuurbox of EMS (voor meerdere apparaten of real-time aansturing) nodig. Een EMS wordt bijvoorbeeld gebruikt in gebieden met netproblemen om toch op het elektriciteitsnet aangesloten te kunnen worden. Daarnaast wordt het EMS steeds vaker ingezet om te voorkomen dat er verlies wordt geleden bij negatieve stroomprijzen. Zonnestroomproducenten maken steeds actiever gebruik van omvormers die al geschikt zijn (slimme omvormers) voor het op afstand aansturen of schakelen. Uit een inventarisatie uitgevoerd door Strategy³², in opdracht van RVO, komt naar voren dat eind 2024 circa 60% van alle zon-PV projecten met een vermogen vanaf 500 kW schakelmogelijkheden heeft en een fors aantal projecten bezig is dit (achteraf) te realiseren. Vanaf 2024 neemt PBL ook kosten voor schakelapparatuur als nieuwe extra kostenpost mee als onderdeel van een nieuw zonnestroomstelsel in de berekeningen, ter advisering van de (concept) basisbedragen voor SDE 2025.

De kosten van een EMS bestaan uit eenmalige kosten voor aanschaf en de installatie van hardware, de configuratie en de installatie van een communicatiemodule. Daarbij komen de jaarlijkse kosten voor onderhoud en abonnementen. Om optimale financiële opbrengst te behalen is kennis van de diverse energiemarkten en toegang tot energiehandelsplatforms nodig. Deze expertise wordt door een toenemend aantal energieleveranciers en -adviseurs als betaalde dienst aan zonnestroomproducenten aangeboden.

Er komen steeds meer zonnestroomsystemen die zijn gecombineerd met opslag, zoals (thuis)batterijen. In tegenstelling tot het gebruik van schakelapparatuur bij veel zonne-installaties, is er eind 2024 nog maar een klein percentage, namelijk minder dan 10%, van de geïnstalleerde zon-installaties uitgerust met batterijen of andere opslagmogelijkheden. Echter, de geïnstalleerde opslagcapaciteit bij zonne-installaties neemt heel snel toe.

Uit de inventarisatie door Strategy³² alsook die van PBL (zie Tabel 2.1 en Tabel 2.2) komt naar voren dat de kosten voor afschakelapparatuur afhangen van de omvang van de zoninstallatie en de schakelmogelijkheden. Met name bij grotere zoninstallaties kan het financieel eerder interessant zijn om afschakelapparatuur te installeren. Bij zoninstallaties op of aan gebouwen moet de apparatuur vaak worden afgestemd op andere functies in het gebouw, zoals opslag, laadinfrastructuur of inzet van het eigengebruik. Dit stelt extra eisen aan de installatie. Omdat deze installaties meestal kleiner zijn dan bijvoorbeeld grote zonnevelden, drukken de kosten relatief zwaarder op het beschikbare vermogen.

³² rvo.nl/slim-omgaan-met-zonne-energie-opslag (het rapport komt eind 2025 beschikbaar op deze webpagina)

Tabel 2.1: Eenmalige kosten voor aanschaf en installatie afschakelapparatuur voor drie typische installatie omvangen (teruggerekend naar euro per kWp)

Installatiegrootte	Kosten (euro/kWp)
<500 kWp	€ 5,00
1 MW (1.000 kWp)	€ 2,50
>10 MW (10.000 kWp)	€ 0,25

Bron: Strategy

Tabel 2.2: Overzicht van jaarlijkse kosten afschakelapparatuur per installatie (euro/kWp/jaar).

Zonne installatie	Gebouwgebonden	Niet-gebouwgebonden
≥15 kWp en <1 MWp	2,4	1,2
≥1 MWp	0,2	0,1
≥1 MWp en <20 MWp	0,2	0,1
≥20 MWp	0,2	0,02

Bron: PBL Eindadvies 2025

2.2 Kostprijs per kWh geproduceerde zonnestroom

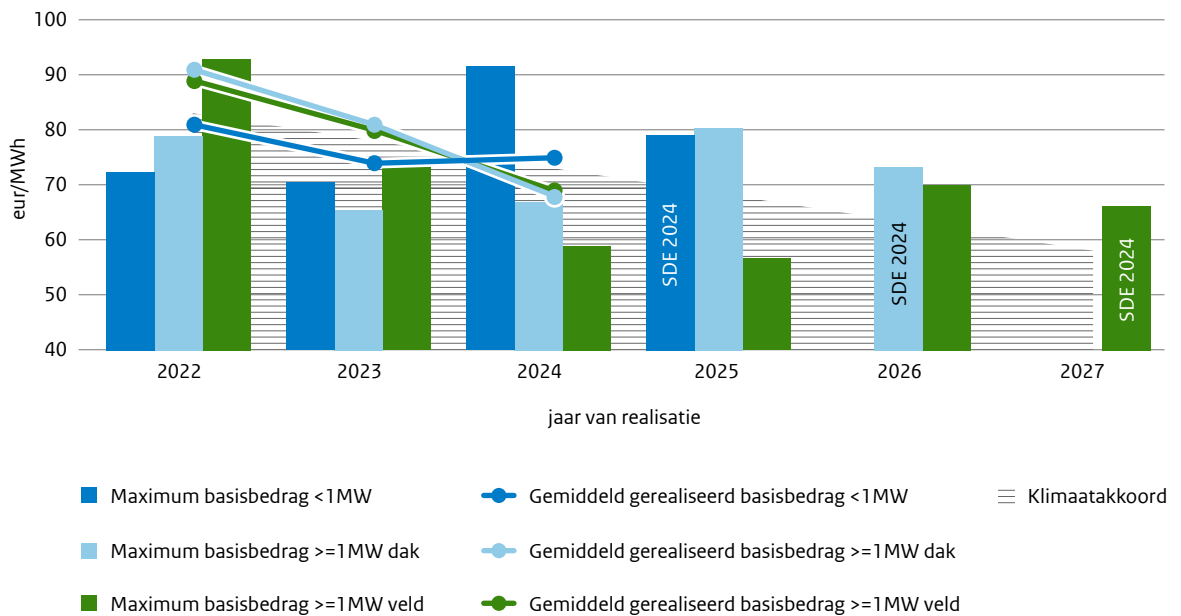
In het Klimaatakkoord zijn afspraken gemaakt over kostprijsreductie van grootschalig zon-PV. Een lagere kostprijs maakt zon-PV-systemen betaalbaarder en zorgt er bij gelijkblijvende marktopbrengst voor dat er minder subsidie per geproduceerde kWh nodig is.

In de SDE- en SCE-regelingen zijn de maximum basisbedragen een weergave van de totale verwachte kostprijs in het verwachte jaar van realisatie. In deze regelingen wordt de kostprijs uitgedrukt in kosten per verwachte geproduceerde kWh of MWh gedurende de looptijd van een project.

In de SCE-2024 bedraagt het basisbedrag voor zonprojecten op een grootverbruiksaansluiting € 109 per MWh (dit is € 0,109 per kWh). Ter vergelijking: in 2022 was dit € 96/MWh en in 2023 € 131/MWh. Ook in de SDE-2024 zijn de maximum basisbedragen weer gedaald ten opzichte van de regeling van 2023. De te verkrijgen maximum basisbedragen met de SDE liggen lager dan in de SCE, doordat in de SCE meer kosten worden meegenomen.

Figuur 2.1 geeft de maximum te verkrijgen basisbedragen van drie grote categorieën in de SDE weer als functie van het jaar waarin de investering gerealiseerd wordt. Ook zijn de gemiddeld aangevraagde en toegekende basisbedragen van gerealiseerde projecten weergegeven. Doordat het verwachte realisatiejaar van de investering afhankelijk van de categorie (2 jaar voor zon-PV projecten tussen 15 kW en 1 MW, 3 jaar voor zon-PV projecten ≥ 1MW en 4 jaar voor veld- of waterprojecten ≥ 1MW) zijn de maximaal verkrijgbare basisbedragen per SDE-ronde (bijvoorbeeld SDE 2024) geplaatst bij verschillende realisatiejaren. In de figuur zijn tevens de kostprijsafspraken uit het Klimaatakkoord en het gemiddeld toegekende basisbedrag van gerealiseerde projecten weergegeven.

Figuur 2.1: Basisbedragen van gerealiseerde projecten, te verwachten basisbedragen op basis van maximum basisbedragen en kostprijsafspraken uit het Klimaatakkoord. Projecten uit SDE2024 worden naar verwachting gerealiseerd in 2025 (<1MW), 2026 ($\geq$ 1MW dak) en 2027 ($\geq$ 1MW veld).



Bron: RVO

Hoewel in 2023 en 2024 de kosten in euro per geïnstalleerde kWp zijn gedaald en de verwachting is dat kosten blijven dalen (Paragraaf 2.1), is toch sprake van een hoger te verkrijgen maximum basisbedrag voor nieuwe projectaanvragen in de SDE-2023 en SDE-2024, waarvan realisatie in 2025, 2026 of 2027 verwacht wordt. Een belangrijke reden hiervoor is dat sinds de SDE-2023 bij het berekenen van het maximale basisbedrag wordt uitgegaan van minder vollasturen per jaar, dus een lagere jaarlijkse stroomproductie. Dat betekent dat de investering moet worden terugverdiend met minder opgewekte kWh. Dit is een gevolg van de eis dat de netaansluiting maximaal 50% van het piekvermogen mag zijn, waardoor de verwachte jaaropbrengst lager ligt dan bij eerdere SDE-projecten.

In 2024 zijn de zon-PV-projecten $\geq$ 1 MW gerealiseerd met gemiddeld een hoger basisbedrag dan je zou verwachten op basis van de maximale bedragen uit de regeling van dat jaar, zoals in Figuur 2.1 weergegeven. Dat komt doordat het gemiddelde basisbedrag in een jaar niet alleen bestaat uit projecten die zijn gebouwd volgens de planning van de regeling van dat jaar. Er zitten ook projecten tussen die later zijn gerealiseerd, maar nog vielen onder oudere SDE-rondes met hogere basisbedragen. Hierdoor valt het gemiddelde hoger uit.

2.3 SDE-subsidie voor zon-PV productie

De zon-PV markt en marktgroei wordt minder afhankelijk van stimulering door de overheid bij afnemende subsidie. In deze paragraaf laten we zien dat de te verkrijgen maximale subsidie vanuit de SDE de afgelopen jaren is afgenomen. We laten zien dat de toegekende maximale subsidie in de loop der jaren is gedaald en gaan in op het effect van minder subsidiabele vollasturen door afschakelen vanwege negatieve prijsuren.

Het principe van zowel de SDE- als SCE-exploitatiesubsidie is dat de investering uitgedrukt in een kostprijs per kWh (basisbedrag), terugverdiend wordt gedurende de exploitatieperiode door inkomsten vanuit de exploitatie. Hieronder vallen bijvoorbeeld inkomsten door verkoop van de zonnestroom op de elektriciteitsmarkt, aangevuld met subsidie. Jaarlijks wordt de subsidie per kWh achteraf vastgesteld door het basisbedrag te verminderen (corrigeren middels correctiebedrag) met berekende exploitatie-inkomsten van het betreffende jaar. Naast een lager basisbedrag (kostprijsreductie) kunnen hogere inkomsten uit de exploitatie (hoger correctiebedrag) dus ertoe leiden dat de subsidie in een jaar lager wordt. Basisbedragen worden vooraf vastgesteld op basis van te verwachten productie gedurende de levensduur. Als in een jaar sprake is van minder productie, of minder van de gemaakte productie subsidiabel is, leidt dit ook tot minder subsidie.

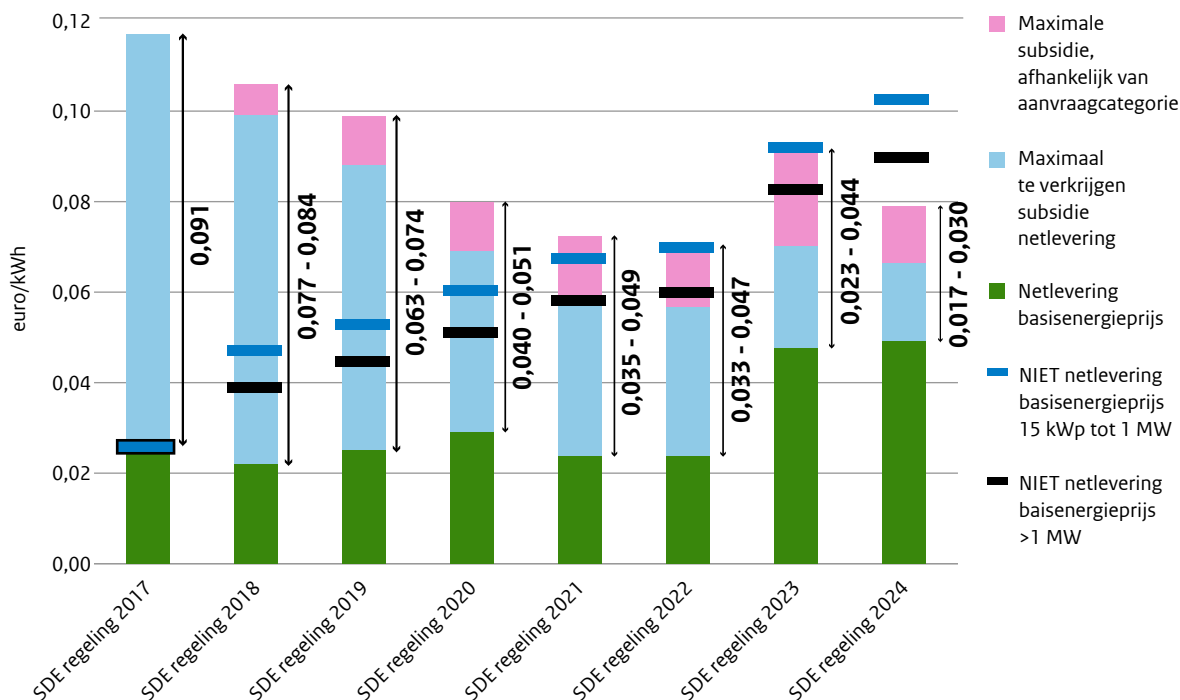
Geen SDE-subsidie meer voor niet-netlevering SDE

Figuur 2.2 maakt zichtbaar dat de maximaal mogelijke subsidie per geproduceerde subsidiabele kWh voor nieuwe projecten elke SDE-ronde sinds 2017 afneemt. Enerzijds door de daling van maximum basisbedragen (met stijging in SDE-2023 en SDE-2024), anderzijds doordat er sprake is van een in elke nieuwe SDE-regeling hoger vastgestelde basis-energieprijs, oftewel bodemprijs. Deze basis-energieprijs is de minimale correctie die altijd van toepassing is, ongeacht de inkomsten uit exploitatie. Dus ook bij geen of zelfs negatieve inkomsten uit exploitatie vindt deze correctie plaats.

Met name de steeds hoger vastgestelde basis-energieprijs voor niet-netlevering sinds 2018 zorgt ervoor dat er in de SDE in geen enkel jaar gedurende de looptijd vanaf 2024 nog ruimte is voor subsidie op niet-netlevering (eigengebruik). Het risico dat gedurende de levensduur de bodemprijs niet gehaald wordt in de markt, is een toegenomen risico voor de markt.

Figuur 2.2 geeft het verschil weer in maximaal aan te vragen basisbedrag en basisenergieprijs van de SDE-regelingen van de afgelopen jaren. Dit verschil bepaalt de jaarlijks maximaal te verkrijgen subsidie gedurende de looptijd van 15 jaar. Figuur 2.2 laat voor zonprojecten uit de SDE-regeling 2024 zien dat, afhankelijk van aanvraagcategorie, zij na realisatie maximaal 1,7 tot 3 eurocent per kWh (of 17 tot 30 euro per MWh) aan subsidie vanuit de SDE kunnen ontvangen.

Figuur 2.2: Verschil in maximaal aan te vragen basisbedrag en basisenergieprijs (bodemprijs) per SDE-regeling (in euro per kWh)



Bron: RVO

Correctiebedragen in SDE

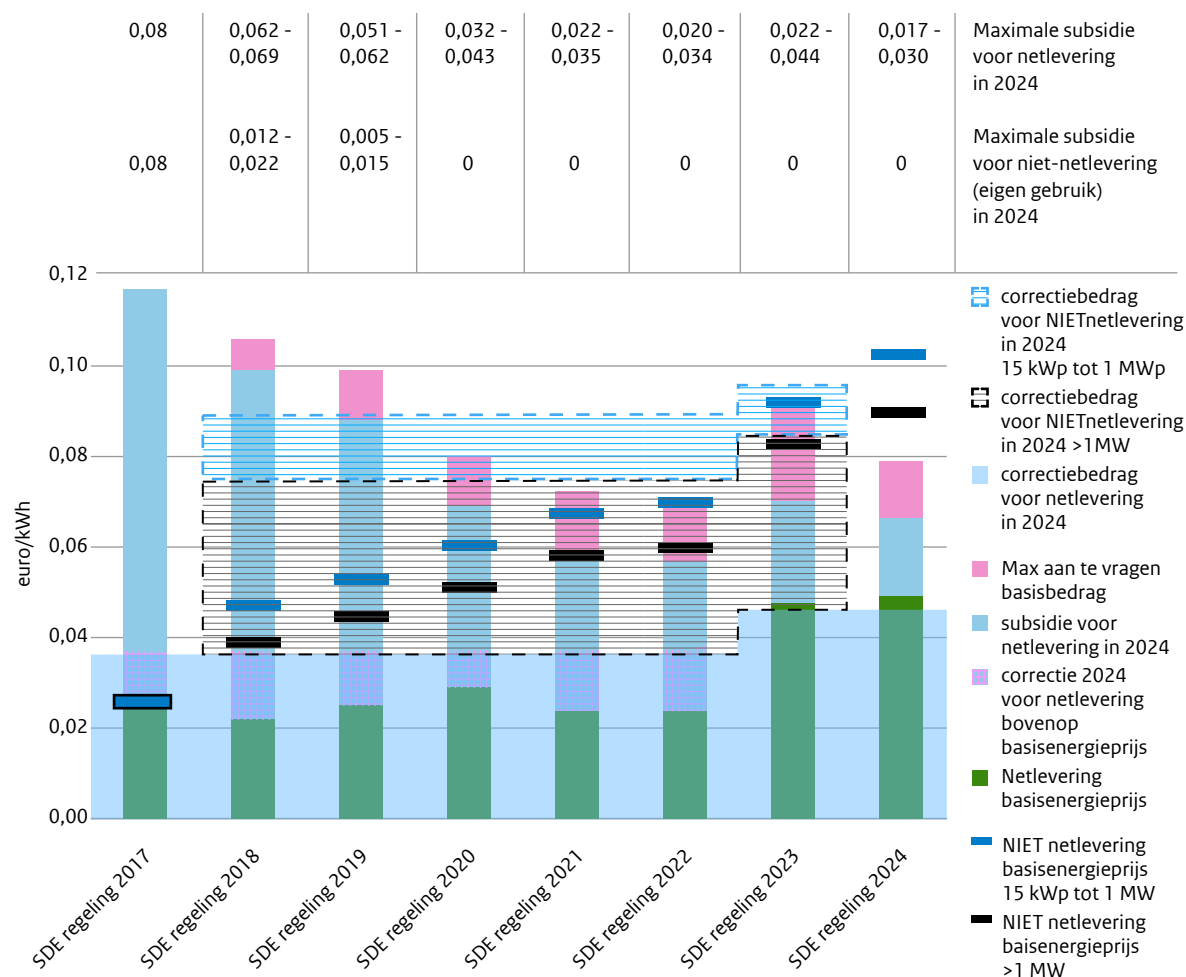
In Figuur 2.2 is de te verkrijgen subsidie bepaald, ervan uitgaande dat de inkomsten behaald uit exploitatie niet hoger zijn dan de basisenergieprijs. De jaarlijkse correcties zijn vaak hoger zijn dan de basisenergieprijs. Dat betekent dan dat de maximale subsidie per kWh voor het betreffende jaar met hogere correctiebedrag lager worden vastgesteld als weergegeven in Figuur 2.2. Dat dit in het jaar 2024 het geval is, laat Figuur 2.3 zien.

In Figuur 2.3 is een projectie van de correctiebedragen voor 2024 gemaakt, waarbij op de achtergrond Figuur 2.2 nog zichtbaar is. Voor netlevering is per regeling te zien dat de correctiebedragen voor productie in 2024 hoger zijn dan de basisenergieprijs voor netlevering voor de betreffende regeling, of gelijk voor de SDE-regeling van 2023 en SDE-regeling van 2024. De correctie is dus fors hoger dan de basisenergieprijs, waardoor er minder subsidie dan toegekend (beschikt op basis van basis-energieprijs) overblijft na de correctie.

Voor productie die zelf gebruikt is en dus niet aan het net geleverd is, oftewel niet-netlevering, was in Figuur 2.2 al zichtbaar dat de basisenergieprijs, weergegeven voor zowel projecten tot 1 MWp als projecten groter dan 1 MWp, in recentere SDE-regelingen steeds dichterbij het maximum aan te vragen basisbedrag ligt. De correctiebedragen voor niet-netlevering 2024 in Figuur 2.3 overstijgen de maximaal aan te vragen subsidie per kWh voor regelingen vanaf de SDE-regeling 2020, waardoor geen enkel project uit deze regelingen subsidie uitbetaald krijgen voor niet-netlevering in 2024, ondanks de toegekende subsidie.

De figuur laat zien dat bij vermeden inkoopkosten zoals in 2024 en kostprijzen zoals in de SDE-regelingen vanaf 2020, projecten met volledig eigengebruik van de opwek (zonder netlevering) rendabel kunnen zijn. In zulke gevallen is een businesscase zonder subsidie mogelijk.

Figuur 2.3: Mogelijke maximale SDE-subsidie per regeling na definitieve correctie voor netlevering en niet-netlevering van productie in 2024 (in euro per kWh)



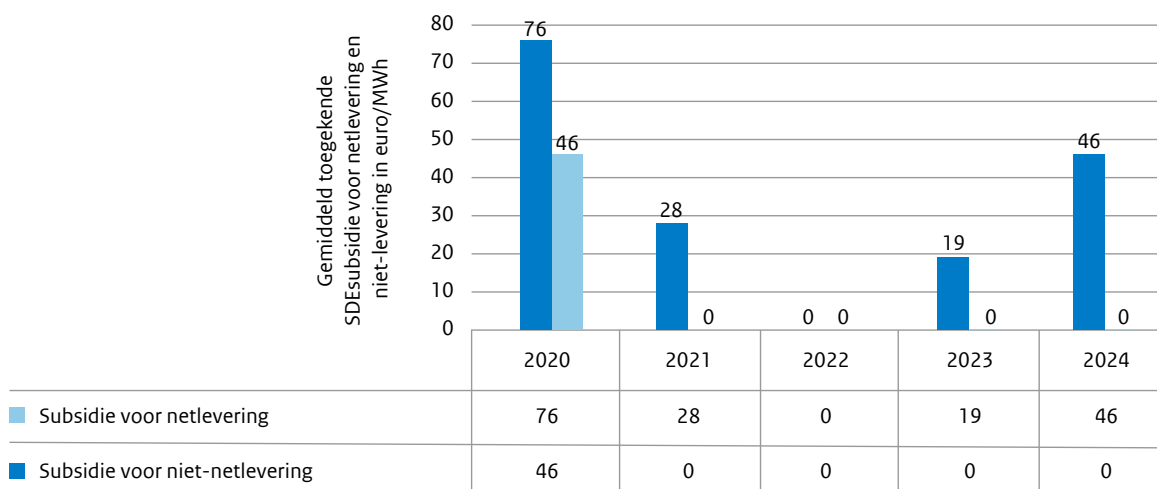
Bron: RVO

In de praktijk kiezen niet alle projecten ervoor het maximum basisbedrag aan te vragen en wordt de werkelijke subsidie daardoor ook lager.

In Figuur 2.4 laten we zien wat op basis van aangevraagde basisbedragen gemiddeld en gewogen naar projectomvang in de afgelopen jaren de toegekende subsidies waren) voor netlevering en niet-netlevering. Hierbij is het totale bestand van alle gerealiseerde in beheer SDE-projecten uit de diverse SDE-regelingen bij elkaar gevoegd.

Figuur 2.4 laat zien dat sinds 2022, wat een uitzonderlijk jaar met zeer hoge inkomsten uit verkoop op de elektriciteitsmarkt was, waardoor er dus een hoog correctiebedrag was, gemiddeld voor alle gerealiseerde SDE-projecten de correctiebedragen omlaag zijn gegaan. Als gevolg daarvan is de uitbetaalde subsidie per kWh of MWh sinds 2022 door toegenomen subsidie op netlevering weer gestegen.

Figuur 2.4: Gemiddelde toegekende SDE-subsidie voor netlevering en niet-levering in euro/MWh



Bron: RVO

Figuur 2.4 laat ook zien dat in 2022 gemiddeld voor netlevering als niet-netlevering geen subsidie nodig was voor de productie in dat jaar. In 2023 en 2024 is gemiddeld wel weer sprake van subsidie op netlevering. Het merendeel van alle in beheer SDE-projecten heeft een aanmerkelijk deel of volledige netlevering waardoor zij subsidie ontvangen over deze productie in 2023 en 2024.

De figuur laat een gemiddeld beeld zien, voor individuele projecten en per SDE-regeling gelden afwijkende waarden.

Minder subsidiabele vollasturen in SDE-regeling

Voor een groot deel van de tot en met 2024 gerealiseerde zon-PV projecten geldt als extra voorwaarde vanuit de regeling dat projecten geen SDE-subsidie ontvangen voor de gerealiseerde productie tijdens uren dat de prijzen op de elektriciteitsmarkt 6 uur of langer aaneengesloten negatief waren. Deze voorwaarde geldt voor alle projecten die tussen 2016 en 2022 subsidie hebben gekregen en een omvang hebben van minstens 500 kWp. Projecten die kleiner zijn dan 500 kWp of vóór 2016 subsidie hebben gekregen krijgen wel subsidie voor de productie tijdens de uren met negatieve prijzen. Projecten die subsidie hebben gekregen na 2022 krijgen nooit subsidie op het moment dat de stroomprijs negatief is. Van deze projecten uit de meest recente subsidierondes zijn er echter nog relatief weinig gerealiseerd.

In 2024 kwam het 36 keer voor dat de prijzen 6 uur of langer aaneengesloten negatief waren. Uitgaande van afschakelen tijdens deze blokken van negatieve prijsuren zorgt het afschakelen ervoor dat tijdens deze 6-uursblokken ongeveer 13% van de jaarlijkse PV-productie is verloren. Deze schatting is gebaseerd op de per uur gemeten jaarlijkse zonne-instraling op het KNMI-station in De Bilt. Voor de meest recente zon-PV projecten die nooit subsidie krijgen tijdens uren met negatieve prijzen ging ongeveer 20% van de potentiële productie verloren door afschakelen.

Het jaar 2024 was geen extreem zonnig jaar. Toch is het een risico voor zon-PV exploitanten en -ontwikkelaars dat vanwege negatieve prijzen en afschakelen het aantal subsidiabele vollasturen waarop de businesscase en daarbij benodigde subsidie is gebaseerd niet worden gehaald. Het zorgt ervoor dat bestaande projecten hun investering niet of minder snel terugverdienen en nieuwe projecten moeilijker gerealiseerd worden.

Verrekening overwinsten in SDE

Nieuw in de SDE-2024 is dat overwinsten op netlevering verrekend kunnen worden met subsidies.

Als in een jaar de marktinkomsten fors hoger zijn dan de benodigde vergoeding tot kostprijsniveau (het basisbedrag), wordt er voor dat jaar geen subsidie uitgekeerd. Dit kan er bovendien toe leiden dat in een daaropvolgend jaar de subsidie voor latere jaren wordt verminderd.

2.4 Businesscase zon-PV projecten

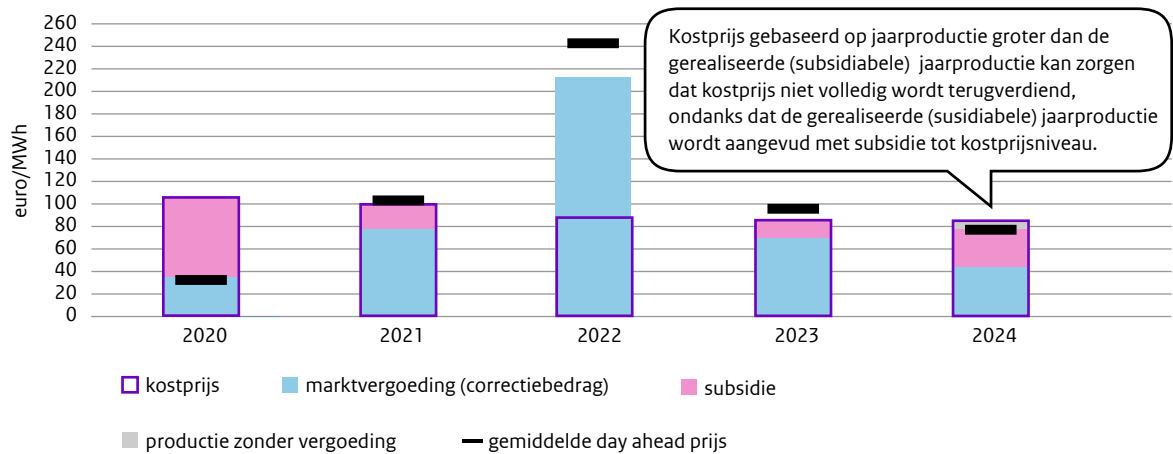
In de praktijk kan de businesscase van projecten anders verlopen dan vooraf gedacht, en dus anders dan waar de SDE-aanvraag op is gebaseerd. Met name het op jaarbasis realiseren van steeds minder subsidiabele vollasturen door afschakelen en negatieve prijzen heeft tot gevolg dat de vooraf berekende rendementen op de investering niet gehaald worden. Het is hierbij zelfs zo dat de investering niet wordt terugverdiend gedurende de levensduur, uitgaande van komende jaren met vergelijkbare of nog minder subsidiabele vollasturen.

Afschakelen betekent dat negatieve marktvergoedingen en dus extra kosten voorkomen worden. Indien er mogelijkheden zijn voor eigengebruik is dat vaak gunstig voor de businesscase van het zon-PV project. Opslag die zelf gebruikt wordt ofwel op een later moment alsnog aan het net teruggeleverd wordt, zorgt voor extra productie met positieve marktvergoeding.

Tot 2024 overheerste het beeld dat zonproductie die via batterijopslag aan het net wordt teruggeleverd geen SDE subsidie kan ontvangen. Volgens de Elektriciteitswet is elektriciteit uit batterijen ('accumulatiesystemen') niet duurzaam. VertiCer geeft daarom voor deze stroom geen Garanties van Oorsprong (GvO's). Zonder GvO's worden er geen subsidies uitgekeerd. In de praktijk zijn er verschillende constructies mogelijk gebleken, die soms wel en soms ook niet voldoen aan de wet- en regelgeving. Hierbij worden batterij- en zonne-installaties binnen eenzelfde onroerende zaak toch zodanig gescheiden dat GvO's en de SDE-subsidie wel verkregen worden voor de productie van de zonne-installatie die in de batterij wordt opgeslagen³³. Sinds 2024 worden dergelijke constructies steeds vaker toegepast en soms zelfs aangemoedigd door netbeheerders.

Het merendeel van de zon-PV projecten heeft echter (nog) geen opslagmogelijkheden. In Figuur 2.5 is weergegeven dat naast de productie die aangevuld wordt tot kostprijsniveau met SDE-subsidie er ook een deel van de productie is die door afschakelen niet bijdraagt aan het terugverdienen van de investering. Dit is het witte deel. Deze afgeschakelde vollasturen brengen geen marktinkomsten en geen subsidie op en zorgen zo voor een gat in de businesscase. De kostprijs is gebaseerd op meer (volle) productie-uren dan waarvoor subsidie wordt toegekend. De marktvergoeding en subsidie voor netlevering en niet-netlevering is in Figuur 2.5 niet opgesplitst in twee waarden, maar als een waarde weergegeven voor alle productie op basis van een gemiddelde verhouding netlevering/niet-netlevering van 90%/10%.

³³ <https://verticer.eu/files/secured/downloads/goos-for-renewable-source-with-battery.pdf>

Figuur 2.5: Kostprijsontwikkeling en marktvergoeding bepalen SDE-subsidie (euro/MWh).

Bron: RVO

Omdat bij zon-PV installaties de operationele jaarlijkse kosten lager zijn dan de jaaropbrengsten, worden zon-PV installaties niet buiten gebruik gesteld of ontmanteld. Het blijft financieel gunstiger om hen te blijven produceren. Het tekort aan opbrengsten kan er wel toe leiden dat exploitanten hun financiële verplichtingen bij financiers moeilijk kunnen nakomen, failliet gaan of geen financiering kunnen verkrijgen om bij bestaande grootschalige zoninstallaties een EMS of batterij toe te voegen ter vermindering van negatieve marktopbrengsten.

Hoewel er projecten zijn met 100% niet-netlevering, is bij veruit de meeste zonprojecten sprake van een aanmerkelijk (tot 100%) deel netlevering dat niet eenvoudig omgezet kan worden in eigengebruik. Een aspect dat niet-netlevering ingewikkelder maakt voor nieuwe initiatieven met eigengebruik is dat veel financiers en banken standaard -nog wel een SDE-beschikking eisen als extra zekerheid. Ook bij het eigengebruik dat niet voor SDE in aanmerking komt. Dit is voor de situatie dat eigengebruik of de opbrengst van eigengebruik toch wijzigt en de productie dan alsnog aan het net geleverd kan worden en dan ook voor SDE-subsidie in aanmerking komt.

Het risico dat de inkomsten uit de markt via netlevering en eigengebruik in werkelijkheid aanzienlijk lager zijn dan de basisenergieprijs of bodemprijs, of lager zijn dan de op basis van referentieprojecten vastgestelde correctiebedragen, is niet nieuw in de SDE-methodiek. Wel nieuw is dat sinds 2023/2024 dit als steeds groter risico wordt ervaren binnen de zonnestroommarkt met grootverbruikaansluiting alsook bij financiers in de markt.

Businesscase kleinverbruikersmarkt

Hoewel het principe van salderen is dat dezelfde prijs gerekend wordt voor afname als voor teruglevering, berekent het merendeel van de leveranciers extra terugleverkosten. Ook nu de salderingsregeling nog van toepassing is, is de businesscase hierdoor voor bestaande projecten in 2024 al minder gunstig geworden.

Veel installateurs en aanbieders van nieuwe zon-installaties geven, naast de beëindiging van de salderingsregeling per 2027, drie redenen dat de businesscase is verslechterd en vraag naar nieuwe zon-installaties zo enorm is gedaald: (1) negatieve prijzen, (2) de toename van terugleverkosten van energieleveranciers en (3) het besluit van medio 2024 om niet per 2026 bij CV-ketel vervanging een elektrische warmtepomp te verplichten.

De door diverse energieleveranciers aangekondigde te verwachten terugleververgoedingen vanaf 2027 zijn zo laag, dat ondanks de sterk gedaalde prijzen voor nieuwe zonsystemen in 2024 in vergelijking met de jaren ervoor weinig nieuwe zon-PV projecten ontwikkeld worden. Het sentiment dat de terugverdiëntijden omlaag zijn gegaan en zon-PV minder interessant is geworden overstemt de businesscase-berekeningen dat ook zonder salderen zonnepanelen zich nog terugverdienen binnen de levensduur en er ook mogelijkheden zijn de businesscase te verbeteren. Bij sommige energieleveranciers waren de tarieven in 2024 al zodanig dat terugleveren aan het net geld kost in plaats van oplevert. De investering in de zon-installatie moet zich in dat geval volledig terugverdienen met te behalen financiële voordelen uit direct eigengebruik.

Een ander gevolg van de lagere vergoedingen en terugleverkosten is dat veel particulieren en MKB-zonnestroomproducenten zich oriënteren op afschakelmogelijkheden of het realiseren van extra eigengebruik. Op alle schaalniveaus heeft de zonsector de uitdaging om als gevolg van gewijzigde subsidies en marktomstandigheden nieuwe verdienmodellen voor haalbare businesscases te vinden.

In hoofdstuk 3 laten we zien dat ook met minder of geen subsidie nog steeds een positieve businesscase voor zonprojecten mogelijk kan zijn en het verhogen van eigengebruik kansen biedt om de businesscase te verbeteren.

2.5 Zon-PV netlevering en handel op de elektriciteitsmarkt

Bij zonnestroomproducenten is steeds duidelijker dat op piekmomenten van zonproductie er te weinig vraag is op de elektriciteitsmarkt. Het aantal negatieve prijsuren neemt jaarlijks toe, maar ook de opbrengst tijdens positieve prijsuren is voor zon dalend met een groeiend hoeveelheid geïnstalleerd vermogen dat volgens het Nationaal Plan Energiesysteem nog meer vele malen groter moet worden om de verduurzamingsopgave in 2050 te realiseren. Als elektriciteitsproductie op het moment van productie de vraag overstijgt en niet ingezet kan worden op een ander moment van vraag, dan zorgt deze productie voor kosten, extra netbelasting en draagt het niet bij aan de verduurzamingsopgave. De zon-PV sector en de elektriciteitsmarkt zoeken naar oplossingen, maar die vragen om extra investeringen en realisatietijd. Denk bijvoorbeeld aan het toepassen van energiemanagement, opslag middels batterijen of de installatie van een e-boiler. De hoge investeringskosten, de onbekendheid met en onvolwassenheid van opslagtechnieken zoals batterijen, en de onzekerheid over toekomstige ontwikkelingen in de elektriciteitsprijs zorgen er bij een deel van de zonnestroomproducenten voor dat zij nog afwachten of geen mogelijkheden hebben om hun productieprofiel aan te passen. Er zijn ook elektriciteitsaanbieders, waaronder zonnestroomproducenten, die verwachten of hopen dat juist afnemers van elektriciteit op basis van prijsprikkels hun afname gaan aanpassen aan het opwekprofiel van zon.

Negatieve prijsuren

Negatieve handelsprijzen laten zien dat op de momenten dat die prijzen zich voordoen er teveel aanbod is voor de vraag, en er onvoldoende mogelijkheden zijn het aanbod te verplaatsen naar momenten dat er wel vraag is.

Tabel 2.3: Aantal negatieve uren en kale elektriciteitsprijzen in euro/MWh day-ahead markt.

Jaar	aantal uur negatieve prijzen in Nederland	Gemiddeld uurprijs	Laagste uurprijs	Hoogste uurprijs	Gemiddeld verschil in uurprijs per dag
2020	97	32	-79	200	31
2021	70	103	-66	620	83
2022	83	242	-222	871	205
2023	316	95	-500	463	108
2024	458	77	-200	872	113

Bron: ENTSO-E

Van de 458 uren (Tabel 2.3) met een negatieve handelsprijs op de day-ahead markt in 2024 waren er 408 uren met een negatieve handelsprijs op uren dat zoninstallaties produceerden (tussen 8 en 18 uur). Die uren zijn minder dan 5% van alle uren in het jaar. Wel gaat het over circa 20% van de jaarlijkse zonproductie, die plaatsvond tijdens uren met negatieve handelsprijs op de day-ahead markt.

De verwachting is dat het aantal uren met negatieve handelsprijzen in Nederland de komende jaren zal stijgen. Deze toename wordt voornamelijk gedreven door de groei van hernieuwbare energiebronnen zoals zon en wind, in combinatie met een relatief trage groei van de elektriciteitsvraag en beperkte flexibiliteit in het net. De verwachting is dat prijzen zullen blijven dalen totdat er voldoende sturing, opslag en conversiemogelijkheden zijn en benut worden.

Ten opzichte van 2023 waren er in 2024 142 meer negatieve prijsuren op de day-ahead markt in Nederland. Voor 2025 wijzen analyses van het internationale onderzoeksbureau ICIS analytics erop dat het aantal negatieve prijsuren de komende jaren verder zal stijgen. Voor 2026 wordt een verdrievoudiging van het aantal negatieve prijsuren op de day-ahead markt ten opzichte van 2023 voorzien, wat neerkomt op ongeveer 900 uur in 2026.

Op de onbalansmarkt waren er 2.145 negatieve prijsuren in 2024, een toename van 440 uur ten opzichte van 2023. Daarnaast was er in 2024 sprake van toenemende volatiliteit met vaker regeltoestand 2. Regeltoestand 2 betekent dat binnen een kwartier sprake is van zowel op als afregelen om het net in balans te houden. Financieel betekent regeltoestand 2 kosten voor zowel op als afregelen dus geen verdienmodel voor handel op de onbalansmarkt. Onbalans kost dan altijd geld. In 2024 was het aandeel van de tijd met regeltoestand 2 ruim 16% waar het aandeel in de jaren 2020 tot en met 2023 steeds tussen de 7% en 9% lag.

Ten slotte heeft ACM onderzoek³⁴ uitgevoerd naar een mogelijke invoering van een invoedingstarief op het elektriciteitsnet en de gevolgen daarvan. Aangezien transporttarieven nu de grootste kostenposten van de nettarieven zijn, die nu alleen voor afnemers geldt. Of invoedingstarieven er daadwerkelijk gaan komen is nog niet duidelijk³⁵.

³⁴ <https://www.acm.nl/nl/publicaties/onderzoek-ce-delft-invoedingstarief-elektriciteit>

³⁵ [ACM start met voorbereiding van invoedingstarief voor grote producenten van elektriciteit | ACM](#)

H3 Nieuwe verdienmodellen met eigengebruik en flexibiliteit

In dit hoofdstuk laten we zien welke oplossingen in de markt ontwikkeld en toegepast worden om meer eigengebruik, flexibel aanbod en aanbod dat beter aansluit op de vraag te realiseren. Eigengebruik van zonnestroom en energieopslag is in toenemende mate belangrijk om investeringen in zon-PV rendabel te maken. Bovendien kunnen eigengebruik en opslag bijdragen aan het verminderen van netcongestie.

3.1 Mogelijkheden om meer eigengebruik te realiseren

Mogelijkheden om meer eigengebruik en daarmee hogere financiële opbrengsten te realiseren zijn:

Oriëntatie van de opstelling

Wijzig, indien mogelijk, de oriëntatie van panelen in een bestaande opstelling van zuidgericht naar oost-westgericht. Door ballast en rijafstand te verkleinen, kunnen vaak extra panelen geplaatst worden. Met name bij los op dak geplaatste geballaste platdaksystemen kan dit een financieel interessante mogelijkheid zijn om (meer) eigengebruik te realiseren op de piekmomenten in de ochtend en avond, wanneer de vraag hoog is en energieprijzen hoger zijn dan midden op de dag. Ook bij nieuwe systemen blijkt een oostwest-opstelling steeds vaker een gunstiger businesscase op te leveren³⁶.

Aanpassen e-verbruik

Extra (eigen)gebruik is soms mogelijk door te kiezen voor (oplaadbare) apparaten, machines of installaties die werken op stroom in plaats van fossiele brandstoffen. Van elektrische zaag-, veeg- of maaimachines tot e-boilers, warmtepompen en elektrische heftrucks en auto's.

Afstemmen verbruik en opwek met EMS

Met een EMS is verbruik gedeeltelijk te verplaatsen naar momenten dat het zonnestroomsysteem produceert. Met name het omlaag brengen van pieken in verbruik door een deel van verbruik te verplaatsen kan financieel voordeel opleveren in de vorm van lagere energieprijzen maar mogelijk ook verlaging van (gecontracteerde) capaciteit van de aansluiting. Bedrijven die wegens netcongestie hun bedrijfsactiviteiten niet kunnen uitbreiden kunnen dit soms toch door realisatie van extra eigengebruik van eigen opwek met zon-PV en energiemanagement van hun verbruik.

Opslag en conversie

Elektriciteitsopslag in buurt- of thuisbatterijen, conversie naar warmte en opslag ervan in e-boilers of warmtebuffers zijn steeds vaker toegepaste technieken, in combinatie met zonnestroomsystemen om de opwek nuttig in te zetten voor eigengebruik.

Het voordeel van meer eigengebruik zitten naast het voorkomen van energiebelasting en opslagen vanuit de energieleverancier op afname, ook in minder terugleverkosten. Daarnaast zijn er met name bij grootverbruikaansluitingen minder netkosten en soms ook lagere kosten voor de netaansluiting. Soms vraagt extra eigengebruik om zulke grote investeringen dat deze niet opwegen tegen de financiële voordelen van eigengebruik ten opzichte van gebruikmaken van het net.

³⁶ CE_Delft_220508_Achtergrondrapport_AanpassingenSDE_voor_lagere_netimpact_def.pdf

3.2 Eigengebruik bij huishoudens

Voor de kleinverbruikers heeft de beëindiging van de salderingsregeling per 1-1-2027 een grote invloed op de businesscase. In de huidige situatie is de terugverdientijd van zonnepanelen voor een gemiddeld huishouden ongeveer 7 tot 9 jaar. In de toekomst zal de terugverdientijd veel meer afhangen van het percentage eigenverbruik dat kan worden gerealiseerd. Door het beëindigen van de salderingsregeling neemt de terugverdientijd toe naar 14 tot en met 20 jaar^{37 38 39}. De langere terugverdientijd komt met name doordat een gemiddeld huishouden zonder extra maatregelen maar 25-30% van de opgewekte zonnestroom direct zelf kan verbruiken en teruglevering aan het elektriciteitsnet weinig oplevert.

Volgens berekeningen van CE Delft³⁶ kan de terugverdientijd aanzienlijk worden gereduceerd door het aandeel eigengebruik te verhogen. Bij een eigengebruik van 60% kan de terugverdientijd worden gereduceerd tot 7 à 8 jaar. Volgens experts is een verhoging van het eigengebruik van enkele procenten haalbaar door huishoudelijke apparaten zoals de wasmachine op zonnige momenten te gebruiken. Om een eigengebruik van 60% te halen zijn aanvullende maatregelen nodig.

In de onderstaande Tabel 3.1 staan inschattingen van experts over de het percentage eigengebruik dat met verschillende maatregelen kan worden gerealiseerd. Hieruit blijkt dat een eigengebruik van rond de 60% met verschillende maatregelen kan worden gerealiseerd. Toch zal het van de specifieke situatie van een huishouden afhangen of investeren in de aanvullende maatregelen mogelijk is.

Ten eerste vragen de maatregelen een aanzienlijke extra investering. In geval van een thuisbatterij zijn die vooralsnog lastig of niet terug te verdienen binnen de gangbare levensduur.

Ten tweede kunnen maatregelen soms technisch of vanwege regelgeving niet gerealiseerd worden: het thuis laden van een elektrische auto is bijvoorbeeld lastig bij huizen zonder eigen oprit of door gemeentelijke bepalingen.

Ten derde vraagt het gedragsverandering en kan het effect kleiner zijn wanneer huishoudens hun gedrag slechts beperkt aanpassen.

Ten slotte kunnen maatregelen zoals een warmtepompboiler voor hogere elektriciteitsafname van het net in de wintermaanden zorgen, wanneer er onvoldoende zon opwek is. Het gevolg is dat het elektriciteitsnet zwaarder wordt belast.

De hoge investeringskosten kunnen voor maatschappelijke ongelijkheid zorgen. Niet iedereen kan de investeringen veroorloven. Energierechtvaardigheid speelt bij eigengebruik dus een rol.

Tabel 3.1: Schattingen van het percentage eigengebruik dat haalbaar is bij het nemen van verschillende maatregelen

Jaarlijks percentage eigengebruik van PV opwek		Benodigde investering
Doorsnee huishouden met evenveel PV opwek als huishoudelijk verbruik	25%	geen
Huishouden met zonnepanelen + Slim opladen elektrische auto	55%	+ (installeren laadpaal)
Huishouden met zonnepanelen + Warmtepomp boiler voor warm tapwater	50%	++
Huishouden met zonnepanelen + Thuisbatterij	60-70%	+++

Bron: TKI⁴⁰ en Kotte et al.⁴¹

³⁷ Feitenbasis aanpassing salderingsregeling zonne-energie - CE Delft

³⁸ <https://www.consumentenbond.nl/zonnepanelen/terugverdientijd-zonnepanelen>

³⁹ Terugverdientijd zonnepanelen omhoog bij afschaffen salderen | Vereniging Eigen Huis

⁴⁰ TKI (2025) presentatie: Zonnestroom goedkope bron zoekt waardevolle toepassing

⁴¹ Kotte et al. (2024). Article: Storing Excess Solar Power in Hot Water on Household Level as Power-to-Heat System. Energies

3.3 Eigengebruik bij bedrijven, instellingen en SDE-projecten

Nog meer dan bij huishoudens is er een enorme variatie in verbruik, verbruikprofiel en opwek mogelijkheden bij bedrijven en instellingen. Opwek mogelijkheden kunnen beperkt worden door beschikbaar (dak)oppervlak, maar ook door de beschikbare netaansluiting. Of er kan juist sprake zijn van vele malen meer productie dan verbruik. Hierdoor is het percentage te realiseren eigengebruik per bedrijf en bedrijfstak enorm uiteenlopend (van 0 tot 100%).

Bij grotere daken komt het ook voor dat daken verhuurd worden voor exploitatie van zonnepanelen (zodat exploitant SCE- of SDE-subsidie voor netlevering ontvangt).

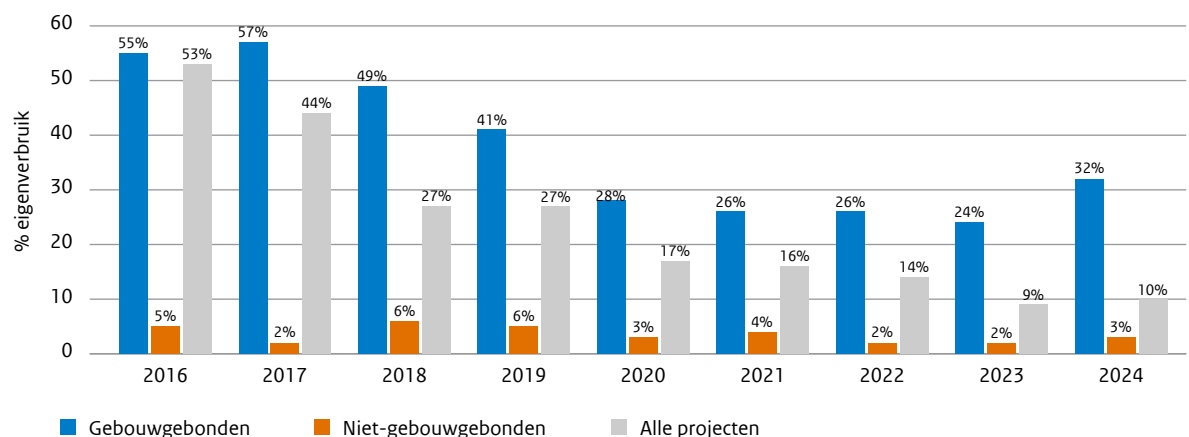
Met de opkomst van batterijen kan niet-levering ook uitgestelde netlevering of uitgesteld eigengebruik zijn. Binnen de SDE-regeling wordt alle niet-netlevering beschouwd als eigengebruik.

Vooral voor gebouwgebonden projecten is het in veel gevallen mogelijk om de opgewekte zonnestroom gedeeltelijk op locatie te gebruiken. Voor SDE++-projecten geeft Figuur 3.1 het percentage eigengebruik ten opzichte van de totale zon-PV opwek weer per realisatiejaar. Vanaf 2018 is in de SDE een lager correctiebedrag voor eigengebruik geïntroduceerd. Hierdoor is eigengebruik minder aantrekkelijk geworden voor projecten gerealiseerd vanaf 2018. Bovendien zijn er steeds meer grootschalige gebouwgebonden projecten gerealiseerd die op piekmomenten (veel) meer opwekken dan er op locatie kan worden verbruikt.

Figuur 3.1 laat zien dat het percentage eigengebruik bij veld- en wateropstellingen altijd al laag was en bij gebouwgebonden projecten tussen 2016 en 2024 flink is gedaald. Vanuit de belasting van het elektriciteitsnet gezien, is dat een ongewenste ontwikkeling.

In 2024 was het percentage eigengebruik bij gebouwgebonden projecten hoger dan in voorgaande jaren. Mogelijke oorzaken hiervoor zijn netcongestie en negatieve stroomprijzen waardoor sommige projecten minder konden terugleveren aan het stroomnet. Ook de opkomst van opslag zoals batterijen en elektrificatie van warmtevraag middels warmtepompen en e-boilers kunnen hebben gezorgd voor meer eigengebruik of uitgestelde netlevering.

Figuur 3.1: Gemiddelde eigengebruik SDE(+)-projecten per realisatiejaar (% eigengebruik van productie).



Bron: RVO

3.4 Subsidievrije projecten op grootverbruikaansluiting

De businesscase voor subsidievrije projecten lijken vooral kansrijk te zijn als sprake is van een hoog percentage eigengebruik, er langjarige zekerheid is over het (eigen)verbruik van de opwek en de daarbij behorende opbrengsten en/of als er geen/weinig externe financiering nodig is. Tot enkele jaren geleden lukte het slechts een klein percentage van grootschalige zon-PV projecten om zonder subsidie hun project toch gerealiseerd te krijgen. Het gaat hierbij dan om projecten die afzien van SDE of andere beschikbare subsidies omdat ze de extra complexiteit en voorwaarden van de regeling onwenselijk vinden of niet in aanmerking komen voor SDE. Bijvoorbeeld omdat ze geen transportindicatie kunnen krijgen vanwege netcongestie.

Signalen dat er zon-PV-projecten op een grootverbruikaansluiting zijn die geen SDE++-subsidie aanvragen en de terugloop in het aantal jaarlijkse nieuwe SDE-aanvragen, waren voor RVO de aanleiding om onderzoek uit te laten voeren naar deze ontwikkeling⁴².

Uit dit onderzoek ontstaat het beeld dat het aandeel subsidievrije projecten ten opzichte van het totaal jaarlijks geïnstalleerd vermogen op een grootverbruikaansluiting, is gestegen van een aandeel van 1-4% in de periode 2020 tot en met 2021 naar 5-9% in de periode 2022 tot en met 2023. Daarmee is dit nog een klein aandeel van het totaal. De gunstige marktomstandigheden met zeer hogere energieprijzen als prijsprikkel in 2022 zijn sinds 2023 veranderd. Daarom is het onzeker of de stijging van het aandeel subsidievrije projecten gaat doorzetten. Het beeld dat in de markt een toename waarneembaar is van realisaties van grootschalige projecten zonder subsidie wordt ook bevestigd in het SDE vrijval onderzoek van RVO.

Redenen voor subsidievrije realisatie

Ten eerste is het waarschijnlijk dat de gestegen elektriciteitsprijzen in 2022 en 2023 een rol hebben gespeeld. Door de hogere elektriciteitsprijzen is het subsidiebedrag dat per project werd uitgekeerd gedaald. Hoewel een exploitatiesubsidie zoals de SDE++ voor een langere periode wordt aangevraagd, lijkt het erop dat deze korte termijnontwikkeling de drempel voor investering zonder subsidiebeschikking heeft verlaagd. Subsidie op eigengebruik wordt vanuit de SDE niet meer gesubsidieerd.

Ten tweede kan netcongestie een reden zijn om grootschalige zon-PV zonder subsidie te realiseren. Omdat het vanwege netcongestie niet altijd mogelijk is om een grootschalig zon-PV project op korte termijn aan te sluiten op het stroomnet, realiseren initiatiefnemers projecten vaker (initieel) zonder teruglevering en dus zonder subsidie.

Ten derde lijkt de toename van het aantal uren met negatieve elektriciteitsprijzen bij te dragen aan de toename van subsidievrije zon-PV. Bij recentere SDE-beschikkingen is productie tijdens uren met negatieve elektriciteitsprijzen niet of beperkt subsidiabel. De toename van negatieve prijsuren, die zich naar verwachting de komende jaren voortzet, maakt het aanvragen van SDE++-subsidie minder aantrekkelijk.

Alternatieve financieringswijzen

Veel financiers zien een SDE++- of SCE-beschikking als belangrijke voorwaarde om externe financiering te krijgen voor een zon-PV project. Toch zijn er ook manieren om zonder subsidiebeschikking financiering te verkrijgen, bijvoorbeeld het afsluiten van een Power Purchase Agreement (PPA). In een PPA maakt een producent afspraken met een afnemende partij over onder andere de stroomprijs, het volume, garanties van oorsprong en betalingsvoorwaarden. Als een PPA wordt afgesloten met een financieel stabiele partij, kan dit voor het verkrijgen van financiering bij een bank in sommige gevallen als alternatief dienen voor een subsidiebeschikking.

Een andere manier van financiering is crowdfunding. Hiermee geef je (lokale) ondernemers en omwonenden de kans om te investeren in een zonne-energieproject. Vaak vergroot dit ook de lokale betrokkenheid. Naast vormen van externe financiering, worden zon-PV-projecten ook gefinancierd vanuit eigen vermogen.

⁴² [Zijn zonnepanelen zonder subsidie interessant voor u? | RVO.nl](https://www.rvo.nl/nieuws/2023/04/zijn-zonnepanelen-zonder-subsidie-interessant-voor-u)

Projectkenmerken

De gevonden voorbeelden van subsidievrije zon-PV-projecten zijn voornamelijk zon-op-dak projecten, waarbij er meestal sprake is van commercieel of maatschappelijk vastgoed. Toch zijn er ook voorbeelden van veldopstellingen of solar carports die zonder subsidie zijn gerealiseerd. De typische schaal van deze projecten ligt tussen 100 kWp en 1 MWp.

Voorbeeldprojecten voldoen vaak aan één of meerdere van de onderstaande kenmerken:

1. Er is geen of nauwelijks sprake van netlevering.
2. Een subsidiebeschikking was niet noodzakelijk voor financiering, bijvoorbeeld door financiering met eigen vermogen of met behulp van externe financiering met een PPA of crowdfunding.
3. De voordelen van SDE++- of SCE-subsidie wegen in bepaalde gevallen niet op tegen de inspanningen die nodig zijn voor het aanvragen en kans op verkrijgen van de subsidie.
4. Er was sprake van haast, waardoor er onvoldoende tijd was om subsidie aan te vragen.

3.5 Nieuwe verdienmogelijkheden voor grootverbruikers met flexibele zonproductie

Grootverbruikers ontdekken in toenemende mate mogelijkheden om naast de marktinkomsten uit eigengebruik en verkoop van netlevering op de day-ahead elektriciteitsmarkt inkomsten te halen. Schakelen op andere markten dan de day-ahead markt vraagt meer kennis van de energiemarkten, is risicovoller omdat deze markten minder voorspelbaar en volatieler zijn en eist real-time reactie van schakelsystemen waardoor dit moeilijker te automatiseren is.

Door extra (stuurbaar) eigengebruik, opslag of meer schakelmogelijkheden en nieuwe contractvormen vanuit de netbeheerders ontstaan nieuwe verdienmogelijkheden:

Reversed curtailment: een strategie waarbij een (zonne)stroomproducent of zijn leverancier bewust niet de volledige voorspelde energieproductie vooraf verkoopt op de day-ahead-markt, zodat hij later kan inspelen op hoge onbalansprijzen of balanceringsmarkten. In plaats van enkel afschakelen bij lage prijzen, zoals bij gewoon curtailment, gebruikt de producent ook de opschakelflexibiliteit van het zonnestroomsysteem (opregelvermogen) om op te schalen wanneer de markt gunstig is.

Schakelen op basis van onbalans: naast energiecontracten met een vaste opslag per kWh voor onbalanskosten zijn er leveranciers en handelaren die onbalans een-op-een doorbereken. Dan kan het financieel voordeel opleveren om op of af te (laten) schakelen op basis van (kwartier)onbalansprijzen. Naast de onbalansmarkt zijn er ook andere handelsmarkten voor balanceren en congestiemanagement.

Capaciteitsbeperkende contracten (CBC): dit zijn contracten waarbij de netbeheerder voor 08:30 uur een dag voorafgaand aan de dag van levering doorgeeft dat het zonnestelsel de volgende dag niet mag invoeden binnen een bepaald tijdsbestek. Voor de capaciteitsbeperking geeft de netbeheerder een vergoeding of korting op de capaciteitskosten. Bij systemen vanaf 1 MW kan de eigenaar zelf een contract afsluiten met de netbeheerder. Bij systemen onder 1 MW moet het contract via een Congestion Service Provider (CSP) worden afgesloten. De CSP neemt de kleinere aansluitingen mee in zijn pool van assets.

Biedplichtcontract: tegen een vaste vergoeding per maand mag de zonnestroomproducent via een CSP een bieding doen op basis waarvan hij afgeschakeld mag worden door de netbeheerder. Bijvoorbeeld vanwege lokale netcongestie. Tegelijk wordt een ander gevraagd een bieding te doen om hetzelfde vermogen binnen hetzelfde tijdsbestek op te schakelen, om de landelijke balans niet te verstoren. Voor deze opschakeling worden correcties gedaan bij de Balance Service Provider (BSP), zodat TenneT aan de partij die opschakelt vanuit het biedplichtcontract niet te maken krijgt met extra onbalanskosten.

Uit cijfers van Netbeheer Nederland blijkt dat het aantal CBC's is toegenomen in 2024. Er is sprake van toename zowel in aantal afgesloten contracten als ook het aantal keren dat een contract is ingezet door de netbeheerder. Het aantal contracten is gestegen van 30 (in 2023) naar 117 (in 2024) met het vrijgespeeld vermogen van 52 MW (in 2023) naar 265 MW (in 2024). Vrijgespeeld vermogen betekent dat de netbeheerder het recht krijgt het vermogen in te zetten, in plaats dat dit recht bij de contractant ligt. Andere vormen, zoals dynamisch terugleveren, statische beperking, letter of intent en tijdsgebonden capaciteit bij transportbeperking, hebben gezorgd voor een vrijgespeeld vermogen van 44 MW in 2024. Het percentage vrijgespeeld vermogen is groeiend maar in verhouding tot de totale productiemarkt nog relatief klein.

3.6 Opbrengsten en risico's van nieuwe verdienmodellen

Naast de financiële opbrengst is vooral de bijdrage aan netondersteuning een belangrijke reden om anders om te gaan met zonnestroomproductie.

Het aansturen van zonnepaneelinstallaties om geld te verdienen met schakelen wordt door verschillende commerciële partijen, waaronder ook leveranciers, aangeboden. Op de website van TenneT zijn de registers te vinden van de door TenneT gekwalificeerde BRP-ers, BSP-ers en CSP-ers. De vergoedingen die dit soort partijen vragen, verschillen in vorm en in hoogte. Sommige partijen rekenen een bedrag per geïnstalleerd vermogen. Andere partijen rekenen een percentage variërend van 5 tot 35% van de inkomsten die met schakelen worden behaald. Netto houdt de zonnestroomproducent dan dus minder over dan de behaalde extra inkomsten. Onderzoek van Strategy onder producenten van grootschalige zonnestroominstallaties geeft aan dat meer dan de helft van de zonnestroomproducenten die curtailen niet weet wat het schakelen hen oplevert. Respondenten in het onderzoek die wel antwoordden, geven aan dat meestal de opbrengst 0 tot 10 euro per MWh is. Een enkele respondent noemt hogere opbrengsten tot 50 euro per MWh.

Eigenaren van zonnepanelen kunnen een grote bijdrage leveren aan netondersteuning door hun zonne-energie direct te verbruiken dan wel tijdelijk op te slaan, of door hun zonne-energie op- of af te schakelen op basis van day-ahead-, onbalans- of congestieprijsen en -contracten. Bij een groot deel van de zonnestroomproducenten ontbreekt de kennis om goed te kunnen reageren op prijsprikkels of is men zich niet bewust van toenemende kosten door toenemende negatieve prijzen. Voor heel veel zonnestroomproducenten is de elektriciteitsmarkt zonder schakelen al een complexe en ondoorzichtige markt, waardoor zelf of via een partij of leverancier die dat als dienst aanbiedt op extra handelsplatforms toetreden en actiever deelnemen aan die markten als risicovol wordt gezien.

Naast het risico van de te behalen extra handelsofbrengsten, suggereren theoretische overwegingen dat schakelen de levensduur van omvormers kan verkorten en onderhoudskosten kan verhogen. Op dit moment is er onvoldoende praktijkervaring en data om dit effect breed te bevestigen. Diverse stuurboxen en energiemanagementsystemen voor grootschalige zon-installaties hebben wel functionaliteiten om de snelheid van op- en af schakelvermogen te regelen als technische beveiliging.

Voor zonnestroomproducenten met een kleinverbruikaansluiting zijn er minder mogelijkheden om via een leverancier of partij die handelsdiensten aanbiedt toegang te krijgen tot de handelsmarkten en nieuwe contractvormen voor netlevering. Het aggregeren van veel kleinere assets tot voldoende volume om toegang te krijgen vraagt extra inspanningen en bijvoorbeeld capaciteitsgebonden (groeps)contracten worden door netbeheerders enkel nog aangeboden aan producenten met een grootverbruikaansluiting. Als teruglevering via kleinverbruikaansluiting tijdens negatieve prijzen gesaldeerd wordt, zijn er, anders dan bij zonnestroomproducenten met SDE op een grootverbruikaansluiting, nog nauwelijks verdienmogelijkheden.

H4 Natuurinclusiviteit en meervoudige ruimtegebruik

In dit hoofdstuk geven we informatie over de zon-PV marktonwikkelingen gericht op natuurinclusiviteit en multifunctioneel ruimtegebruik.

4.1 Overzicht van marktsegmenten met natuurinclusieve toepassingen en multifunctioneel ruimtegebruik

Door zon-PV te combineren met andere functies, zoals bijvoorbeeld parkeren, daken, gevels en agrarisch gebruik, ontstaan meer mogelijkheden voor zon-PV toepassingen (zie Tabel 4.1 en Figuur 4.1). Wanneer we de gangbare zon op daken toepassingen van multifunctioneel ruimtegebruik buiten beschouwing laten, heeft drijvend zon-PV op binnenwater met een aandeel van ongeveer 1% van het totaal geïnstalleerd zon-PV vermogen het grootste aandeel van de technologieën. Met name lichtgewicht zon-PV en zon-PV op binnenwater hebben een significante pijplijn. Door de vaak meer gecompliceerde installatie en het kleine marktaandeel zijn de meeste van deze toepassingen op dit moment echter duurder dan de gangbaardere dak- of grondgebonden systemen. Zo zijn gevelsystemen minimaal 150% duurder dan de reguliere PV-systemen. In een aantal toepassingen hebben deze systemen wel extra voordelen: Zonvolgende, verticale en gevelsystemen kunnen zo toegepast worden dat de opbrengst beter verdeeld is over de dag. PVT-panelen kunnen dienen als bron voor een warmtepomp. Dit zijn panelen die zowel elektrische als thermische energie opwekken. Lichtgewicht panelen maken het mogelijk daken met een zwakke constructie toch te benutten voor zon-PV.

Bij zonneparken was 2024 een overgangsjaar waarbij in SDE-2024 voor zowel de tot 2024 gangbare zonneparken SDE aangevraagd kon worden, als voor natuurinclusieve zonneparken. Vanaf SDE-2025 worden natuurinclusieve parken de nieuwe gangbare standaard. Natuurinclusieve zonneparken zijn zonneparken waarbij ten opzichte van de gangbare zonneparken extra aandacht wordt besteed aan bodem, natuur en ecologie onder meer door meer ruimte open te laten tussen de panelen. In 2024 was ongeveer de helft van de aanvragen voor zonneparken in de SDE-2024 natuurinclusieve zonneparken. Voor 2024 en 2025 hebben de RES-regio's vanuit de overheid een budget van 25 miljoen ontvangen om ecologie en biodiversiteit rondom duurzamer energie projecten te versterken. Dit budget wordt verdeeld onder gemeenten en provincies om onder meer hun beleid en vergunningseisen aan te passen.

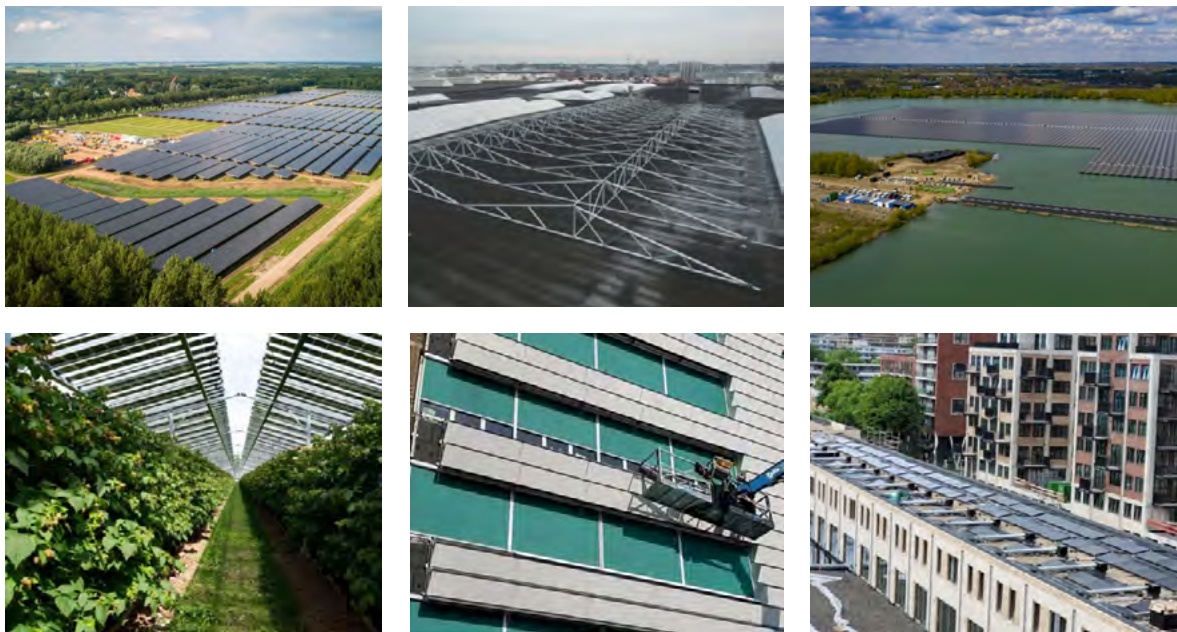
Tabel 4.1: overzicht van ontwikkelingen en kenmerken per technologie ten opzichte van regulier zon op dak systeem.

Technologie	% gerealiseerd vermogen ten opzichte van van totaal gerealiseerd vermogen	Grootst gerealiseerd project	Actuele ontwikkelingen	Extra investeringskosten ten opzichte van regulier zon op dak systeem	Opbrengst per paneel ten opzichte van regulier zon op dak systeem	Bijdrage van opwekprofiel aan netcongestie ten opzichte van zuid gerichte opstelling
Drijvend zon-PV (binnenwater)	1%	30 MWp	225 MWp in SDE pijplijn	15%	Gelijk	Gelijk
Solar carports	<0,5%	38 MWp	24 MWp in pijplijn ⁴³	minimaal 100%	Gelijk	Gelijk
PVT	0,1%	0,1 MWp*	Niet bekend	niet vergelijkbaar	Gelijk qua stroom (+ aanvullend warmte)	Gelijk
Lichtgewicht zonnestroomsystemen	<0,1%	1,8 MWp	100 MWp in SDE pijplijn	15%	Gelijk	Gelijk
Verticaal O-W dubbelzijdig (leent zich voor agri-PV)	<0,1%	4 MWp	15+ pilot projecten	10%	Lager	Beter
Zonvolgend (leent zich voor agri-PV)				26%	Hoger	Beter
Agri-PV (verhoogd boven gewas)				28%	Gelijk	Gelijk
Zon-PV op gevels	<0,1%	0,3 MWp	Niet bekend	minimaal 150%	Lager	Beter

Bron: PBL, RVO. *Alleen elektrisch vermogen meegenomen.

⁴³ Marktomstandigheden en aanpak stimulering Solar Carports | Rapport | Rijksoverheid.nl

Figuur 4.1: Linksboven: solar carport op het festivalterrein van Lowlands in Biddinghuizen. Midden boven: overspanningsstelsel voor zon-PV op zwak dak. Rechtsboven: het drijvende zonnepark Uivermeertjes. Linksonder: vorm van agri-PV in combinatie met fruitteelt. Midden onder: zonnepanelen op een bedrijfspand in Rotterdam. Rechtsonder: PVT-warmtepomppanelen op een woonblok in Utrecht.



Bronnen: GroenLeven, RABLE, NOVAR, NP RES, ZigZagSolar, TripleSolar.

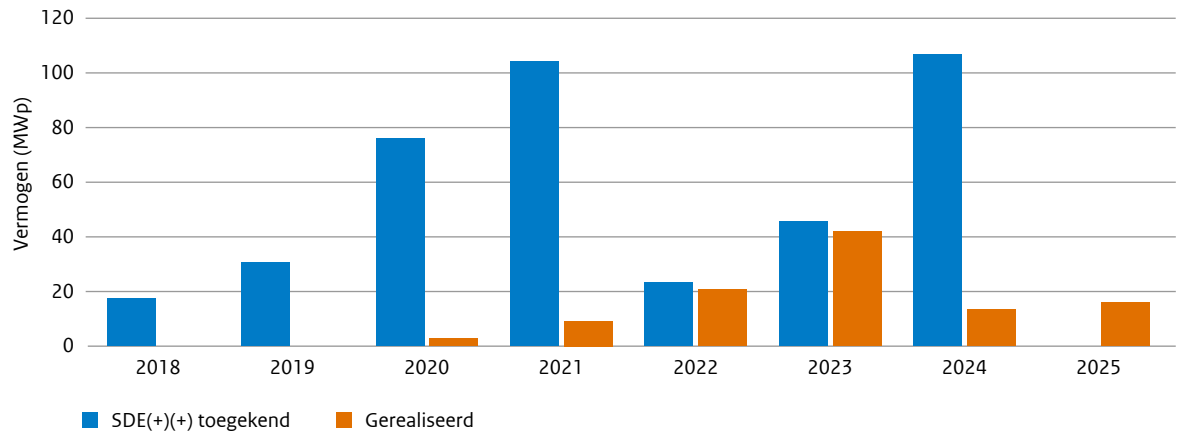
4.2 Zon-PV op water

Grotere afgesloten wateroppervlaktes, zoals baggerdepots, zandwinplassen en waterbassins, lenen zich goed voor drijvende zon-PV systemen. In Nederland is ongeveer 4% van de grootschalige zonneparken op water gerealiseerd⁴⁴. De grootste drijvende zonneparken hebben een vermogen van zo'n 30 MWp. Een voorbeeld hiervan is het zonnepark Uivermeertjes met een vermogen van 29,7 MWp, dat in 2021 is gerealiseerd op een voormalige zandwinplas in de Gelderse gemeente Druten (Figuur 4.1). Ook zijn verschillende projecten gerealiseerd op de waterbassins van kassencomplexen, waarbij de extra voordelen zijn dat de zonnepanelen de verdamping van het water en ongewenste algengroei vermindert.

In de SDE is sinds 2018 de categorie voor veldopstellingen gesplitst in een aparte categorie voor veldopstellingen op land en een aparte categorie voor watersystemen. De projecten die tot mei 2025 in de categorie watersystemen zijn gerealiseerd, hebben een gezamenlijk nominaal vermogen van 104 MWp. Het daadwerkelijke vermogen ligt naar schatting van RVO 2 tot 3 keer hoger (200-300 MW). Dit verschil komt onder andere doordat veel projecten al voor 2018 een beschikking hebben gekregen en daarom niet specifiek als watersystemen staan geregistreerd.

Het aandeel zon-PV op water is enkele procenten van het totaal gerealiseerde zon-PV vermogen in de laatste jaren. Figuur 4.2 toont dat het grootste aantal systemen is gerealiseerd in 2023, terwijl het gerealiseerde volume – in lijn met lagere realisatie in de gehele zonmarkt – in 2024 lager was. Op dit moment is er voor watersystemen een pijplijn (oftewel nog niet gerealiseerde projecten met een SDE-beschikking) van 225 MWp. Hierbij valt op dat na enkele jaren met wat minder aangevraagd volume er in 2024 weer voor een groter volume zon op water subsidie is beschikbaar. Mogelijk zorgt de aangescherpte voorkeursvolgorde die met name voor zon op land beperkend is ervoor dat vaker ook naar de plaatsingsmogelijkheden op water gekeken wordt. Bij wateren met veel biodiversiteit zijn er bij overheden en in de maatschappij wel vragen over de milieueffecten. Vanuit de wetenschap wordt dit onder andere door het consortium Sparkles onderzocht, wat ook richtlijnen voor overheden moet opleveren om beleid te maken voor verantwoorde natuurinclusieve opschaling.

⁴⁴ Kadaster (2023). Zonneparken in Nederland. [Bijna helft zonneparken in of bij bebouwde kom - Kadaster.nl zakelijk](https://www.kadaster.nl/zakelijk/bijna-helft-zonneparken-in-of-bij-bebouwde-kom)

Figuur 4.2: aantal SDE(+)(+)-beschikkingen voor drijvende zonneparken en aantal gerealiseerde projecten per jaar.

Bron: RVO

4.3 Oplossingen voor zwakke dakconstructies

Uit onderzoek van RVO⁴⁵ blijkt dat de helft van de bedrijfsdaken te zwak is om zonnepanelen te plaatsen. Volgens het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is de potentiële opwek op daken die een kleine aanpassing van de draagconstructie nodig zouden hebben 25 TWh. Dit is meer dan de totale zon-PV opwek in 2024. Het gewicht van een regulier PV-systeem voor een plat dak bestaat uit de panelen zelf, onderconstructie en in veel gevallen ballast. Om het installeren van zon-PV op zwakke daken toch mogelijk te maken, zijn er twee oplossingen: 1) het gebruik van lichtgewicht panelen en/of onderconstructie of 2) het versterken van de dakconstructie (Figuur 4.1).

Ook in Nederland worden lichtgewichtzonnepanelen geproduceerd. Hierbij is het glas, dat het grootste gedeelte van het gewicht uitmaakt, vervangen door kunststof. Voor zover bekend worden deze kunststof panelen maar beperkt toegepast. Ook zijn er onderconstructies op de markt die rechtstreeks aan de dakconstructie worden bevestigd. Hierdoor is er geen ballast meer nodig en kan er aanzienlijk worden bespaard op het totale gewicht van het PV-systeem. Ten slotte zijn er dakoverspanningssystemen, waardoor de dakconstructie niet versterkt hoeft te worden en reguliere panelen geplaatst kunnen worden. In Rijssen is op deze manier een project met 5000 panelen en een overspanning van 19 meter gerealiseerd.

In 2024 was er voor het eerst een aparte SDE++-categorie voor zon-PV op daken met lichte constructieve beperkingen. Hierbij kan zowel worden gekozen voor lichtgewicht panelen als ook voor een kleine dakaanpassing.

Het toegekende vermogen in deze nieuwe categorie is 99 MWp, wat neerkomt op ruim 5% van het totaal toegekende vermogen voor zon-PV binnen de SDE-regeling (Tabel 4.2). Het is niet bekend hoeveel aanvragers er kiezen voor lichtgewicht panelen en hoeveel er juist kiezen voor reguliere panelen in combinatie met een aanpassing van de dakconstructie.

⁴⁵ [Zonne-energie op gebouwen | RVO.nl](https://www.rvo.nl/nieuws/2024/04/zonne-energie-op-gebouwen)

Tabel 4.2: Beschikt vermogen in de SDE-categorie gebouwgebonden zon-PV met lichte dakaanpassing. Deze categorie was in 2024 voor het eerst beschikbaar.

	Nominaal vermogen 15 kWp tot 1 MWp	Nominaal vermogen > 1 MWp
Aantal projecten	23	22
Totaal vermogen [MWp]	16,6	82,6

Bron: RVO

4.4 Solar carports

Solar carports hebben als duidelijk voordeel dat er sprake is van meervoudig ruimtegebruik. Bovendien kunnen ondernemers met carports hun gasten aanvullend comfort bieden, doordat ze hun auto ‘s zomers uit de hete zon in de schaduw en ‘s winters vrij van regen- en sneeuwval kunnen parkeren. Ten slotte is er soms de mogelijkheid om de stroom direct te gebruiken voor het opladen van elektrische voertuigen.

Toch is de omvang van de Nederlandse markt voor solar carports nog altijd klein. Volgens een inschatting van Merosch⁴⁶ is in 2023 ongeveer 65 MWp aan solar carports gerealiseerd in Nederland. In de afgelopen jaren zijn een aantal grotere projecten gerealiseerd van bijvoorbeeld 5,5 MWp op het TT circuit in Assen (2016) en van 37,7 MWp op het festivalterrein van Lowlands in Biddinghuizen (2022) (Figuur 4.1). Volgens recent onderzoek van Arcadis⁴⁷ hebben de vijf voornaamste Nederlandse ontwikkelaars van carports samen zo’n 24 MWp aan te ontwikkelen projecten in hun portefeuille. Dit geeft aan dat er voorlopig geen sterke groei voorzien is.

In een rondvraag door het PBL geven ontwikkelaars aan dat de bouwkosten voor solar carports 1.000 tot 1.500 €/kWp zijn. Daarmee zijn de bouwkosten twee tot drie keer hoger dan reguliere dak- en veldsystemen. De meerkosten zitten met name in de onderconstructie, waarin per geplaatst paneel meer materiaal verwerkt zit. De gestegen kosten voor bouwmaterialen als hout, staal en aluminium in de laatste jaren hebben voor solar carports dan ook een bijzonder grote impact gehad.

Op dit moment zijn er verschillende subsidies beschikbaar om een solar carport te plaatsen. In de SDE++ kunnen aanvragen gedaan worden voor carports in de categorie gebouwgebonden systemen. Daarnaast worden MIA, EIA en Vamil genoemd om de investeringskosten te drukken. Ten slotte hebben een aantal provincies, zoals Drenthe en Zuid-Holland, lokale subsidieregelingen voor het realiseren van Solar-carports.

4.5 Agri-PV

Eind 2022 was er in Nederland circa 3.600 hectare⁴⁸ (circa 3.800 MW) aan zonnenvelden gerealiseerd, voor een belangrijk deel op voormalige landbouwgrond. Echter, de snelle groei van deze vooral monofunctionele zon-PV projecten leidt tot maatschappelijke weerstand, onder andere omdat landbouwgrond primair bedoeld is voor voedselproductie. De monofunctionele toepassing van het land, waarbij zonopwek in plaats komt van landbouwproductie en niet samen met landbouwproductie plaatsvindt, is geen Agri-PV. In 2023 is het voorkeursvolgordebeleid aangescherpt, waarbij zon-PV projecten op landbouw- en natuurgronden in principe ongewenst zijn.

Alleen in specifieke gevallen zijn uitzonderingen mogelijk. Hierbij wordt het ‘nee, tenzij’-principe gevolgd. Agri-PV, waarbij zonopwek en landbouwfunctie op dezelfde ruimte worden gecombineerd, kan onder voorwaarden zo’n uitzondering zijn.

Agri-PV, hier gedefinieerd als de combinatie van een substantiële agrarische productie met een zonnepark, wordt gezien als zo’n uitzondering, maar heeft momenteel nog geen specifieke beleidskaders. Er zijn in Nederland bijvoorbeeld geen heldere richtlijnen voor de minimale gewasopbrengst of maximale paneelbedekking die toelaatbaar is om een project te kwalificeren als agri-PV project. In de klimaatafspraken van Parijs is afgesproken

⁴⁶ Merosch (2021). [De zonnige kant van parkeren](#)

⁴⁷ [Marktomstandigheden en aanpak stimulerend Solar Carports | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)

⁴⁸ Kadaster (2023). Zonneparken in Nederland. [Bijna helft zonneparken in of bij bebouwde kom - Kadaster.nl zakelijk](#)

dat duurzame energieproductie ten koste van voedselproductie niet duurzaam is. Vanuit het (Europees) Gemeenschappelijk Landbouwbeleid is maximaal 100 m²/ha zon-PV toegestaan om agrarische subsidies te behouden. Wageningen Environmental Research (WEnR) heeft in opdracht van de ministeries van KGG en LVVN een studie⁴⁹ uitgevoerd naar de kansen en belemmeringen voor agri-PV, waarbij beleid uit andere landen, stakeholders, groeipotentieel en oplossingsrichtingen zijn onderzocht.

In Nederland zijn er momenteel ruim 20 experimentele agri-PV projecten⁵⁰, waaronder combinaties van zon-PV met (zacht)fruitteelt (Figuur 4.1), akkerbouw, glastuinbouw, grasland/veeteelt en aquacultuur. Verschillende configuraties worden getest, zoals horizontale, verticale en zonvolgende systemen, inclusief lichtdoorlatende en bi-facial panelen. Monitoring van deze experimenten moet inzicht geven in effecten op landbouwproductie.

PV op glastuinbouwprojecten wordt al op relatief grote schaal toegepast. Zo'n 100 MWp aan vermogen is al geïnstalleerd op kassen. In sommige gevallen blijkt echter dat de kassen niet meer worden gebruikt voor het telen van gewassen waardoor er dus geen sprake is van agri-PV. Gebaseerd op het aantal SDE-beschikkingen bij leidende marktpartijen die zon op kassen ontwikkelen, zou dit in de komende jaren met enkele 100 MWp kunnen toenemen.

Financiële ondersteuning voor agri-PV komt onder andere uit de SDE++, DEI++ en MOOI-regeling. In de SDE++-regeling komen er in 2025 geen categorieën waarbij een agrarische dubbelfunctie een vereiste is. Er zijn echter wel aparte categorieën voor veldopstellingen met dubbelzijdige verticale panelen en zonvolgende systemen. In beide gevallen is er relatief veel ruimte tussen de panelen, waardoor deze categorieën zich goed kunnen lenen voor een agrarische dubbelfunctie. Ten slotte kan zon op kasdaken worden gerealiseerd door gebruik te maken van de bestaande categorieën zon op dak en zon op zwak dak. Indien de kas daarna nog in gebruik blijft voor het telen van gewassen, is er ook in dit geval sprake van agri-PV.

4.6 Zon op gevels

De Nederlandse markt voor zonnegevels en zonneluifels – samen bekend als Building Integrated Photovoltaics (BIPV) – is in ontwikkeling. Waar zonnepanelen op daken inmiddels gemeengoed zijn, bieden gevels en luifels nog een grotendeels onbenut potentieel voor duurzame elektriciteitsopwekking. Met name in stedelijke gebieden, waar ruimte schaars is en esthetiek een grotere rol speelt, vormen zonnegevels en zonneluifels een alternatief.

Volgens TNO beschikt Nederland over ongeveer 660 km² aan geschikt geveloppervlak voor zonne-energie. Dit kan resulteren in een geïnstalleerd vermogen van circa 58 GWp, goed voor tientallen TWh aan jaarlijkse opwek. TKI Urban Energy schat⁵¹ dat alleen al 40% van de gevels van gestapelde woningen en utiliteitsbouw goed is voor een potentieel van 46 GWp. De potentie is theoretisch dus erg groot, al zitten er behoorlijke verschillen tussen de schattingen, omdat veel aannames nodig zijn over bijvoorbeeld de definitie van een geschikte gevel.

De exacte omvang van de gerealiseerde markt – het geïnstalleerd vermogen aan zonnegevels en zonneluifels – is op dit moment niet bekend. Het betreft momenteel een nichemarkt binnen de bredere zonne-energiesector, en er zijn geen landelijke cijfers beschikbaar over hoeveel vermogen er precies is geïnstalleerd met deze technologieën.

Zonnegevels hebben als voordeel dat ze esthetisch kunnen worden geïntegreerd in gebouwen, dubbel ruimtegebruik mogelijk maken en de zoninstraling op de gevel beperken. Dit vermindert de koelbehoefte. Daarnaast kunnen ze op de oost of westgevel geplaatst worden om piekbelasting op het elektriciteitsnet te verminderen. Zonneluifels combineren schaduwwerking met energieopwek en verhogen het thermisch comfort. Nadelen van beide systemen zijn onder andere de hogere installatiekosten, lagere opbrengst per vierkante meter en beperktere toepasbaarheid bij bestaande bouw.

De grootste projecten in Nederland zijn: 1) een zonnegevel op een bedrijf in Rotterdam van ruim 1.000 m² met 1100 zonnepanelen en een jaarlijkse productie van 180 MWh, en 2) een project bij een bedrijf in Waalwijk van 540 m² met 240 zonnepanelen en een jaarlijkse opbrengst van ongeveer 62 MWh.

⁴⁹ Wageningen Environmental Research (2024). [Verkenning Agri-PV in Nederland : Een onderzoek naar combinaties van zonnepanelen met landbouw productie - WUR](#)

⁵⁰ [Zonne-energie op velden | RVO.nl](#)

⁵¹ TKI Urban Energy (2021). [Ruimtelijk potentieel van zonnestroom in Nederland](#)

Hoewel de markt voor zonnegevels en zonneluifels nog relatief klein is in vergelijking met zon-PV op dak, ligt er een aanzienlijk potentieel klaar om benut te worden. Maar alleen als ontwerp, regelgeving en financiering hand in hand gaan. Vanaf 2025 wordt er een nieuwe SDE-categorie opengesteld voor zon-PV op gevels met een oost-west-oriëntatie. Het hogere subsidiebedrag voor deze categorie kan helpen om dit type opstelling in de toekomst vaker te realiseren.

4.7 PVT

Fotovoltaïsche-thermische panelen, oftewel PVT-panelen, wekken zowel elektriciteit als warmte op. Aan de bovenkant van het paneel wekt het PV-deel elektriciteit op en aan de onderkant zit een warmtewisselaar die warmte onttrekt uit zowel buitenlucht warmte als zonnewarmte. Grofweg 80% van de totale warmteopbrengst komt voort uit warmte-uitwisseling met de buitenlucht. Buitenluchtwarmte kan alleen onttrokken worden als het paneel kouder is dan de omgeving.

PVT-panelen worden nagenoeg altijd toegepast als onderdeel van een PVT-warmtepompstelsel. De warmtepomp onttrekt warmte uit het bronmedium waardoor het medium en daarmee het paneel afkoelt tot onder de buiten-temperatuur. Hierdoor kunnen PVT-warmtepompstelsels het gehele jaar door elektriciteit, ruimteverwarming, warm tapwater en koeling produceren. PVT-panelen in combinatie met een warmtepomp hebben geen buitenunit nodig en zijn daardoor geluidsarm.

Doordat de warmtewisselaar het paneel koelt, neemt ook het elektrisch rendement toe. Dit ligt tijdens warme, zonnige dagen in de ordegrrootte van enkele procenten. Door zowel de opwek van warmte als elektriciteit ligt de totale opbrengst per oppervlak hoger in vergelijking met PV-panelen of zonnecollectoren.

De PVT-markt in Europa en Nederland groeit en wordt vanuit het International Energy Agency (IEA) gemonitord en gefaciliteerd⁵². In 2023 had Europa bijna twee derde van het wereldwijd opgesteld vermogen geïnstalleerd, met Nederland als nummer drie van Europa⁵³. In Nederland was er in 2024 in totaal 65.238 kW_{th} (warmte piekvermogen) en 26.407 kWp geïnstalleerd. Dit is een verviervoudiging ten opzichte van 2019³⁴. Dit komt er op neer dat er in Nederland jaarlijks enkele duizenden panelen worden geïnstalleerd. In vergelijking met conventionele zonnepanelen is het daarmee nog een zeer kleine markt, in de orde van 0,1% van het totaal opgesteld vermogen. PVT-panelen worden vooral in de residentiële en utiliteitssector geïnstalleerd.

Het grootste project is gerealiseerd in een woonblok in de stad Utrecht met 280 PVT-warmtepomppanelen. Er zijn diverse regelingen die de toepassing van PVT systemen stimuleren, zoals ISDE, EIA, Btw-teruggave, SDE en SCE.

⁵² IEA SHC || Task 60 || About Project

⁵³ SolarHeat2024.indd SolarHeat2024.indd – chapter 5.4

H5 Duurzaamheids- en maatschappelijke aspecten

Binnen de zonmarkt is niet alleen efficiënt omgaan met ruimte een thema als het gaat om duurzaamheid. Er is ook toenemende aandacht voor materiaalgebruik, afvalverwerking en circulariteit. Participatie en energierechtvaardigheid zijn andere thema's die in de maatschappij het draagvlak en acceptatie van zonne-energie beïnvloeden.

5.1 Materiaalgebruik, afvalverwerking en circulariteit

Vanuit de maatschappij wordt steeds vaker de vraag gesteld of zonnepanelen de energie die nodig was om ze te produceren wel wordt terugverdiend tijdens hun levensduur, bij steeds vaker uitschakelen of minder gunstige opstellingen ten opzichte van de zoninstraling. In 2024 is samen met de sector gewerkt aan een routekaart circulaire zonnestroom, die in 2025 gepubliceerd zal worden. Vanuit de routekaart worden onderzoeken naar mogelijkheden tot levensduurverlenging en inkoopcriteria voor duurzamere zonnepanelen voorgesteld. Vanuit het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) is de ambitie om in 2030 50% minder grondstoffen te gebruiken en in 2050 volledig circulair te zijn. Zo ook voor zonnepanelen.

In Nederland is Stichting Open, in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, verantwoordelijk voor het inregelen en deels uitvoeren van het recyclingproces. Zo is Stichting Open eind 2024 een aanbestedingsproces gestart voor het toekomstbestendig recyclen van zonnepanelen samen met Zonne-energie Recycling Nederland en Holland Solar.

In Europa is er vanuit het WEEE een mandaat voor het inzamelen van elektronisch afval, zoals zonnepanelen. Hierdoor is het een wettelijke verplichting om binnen Europa elektrisch afval te verwerken. Hiermee wil Europa de ontwikkeling van verwerkingsprocessen stimuleren. In de toekomst zal er een groeiend aantal zonnepanelen het einde van hun levensduur bereiken. Volgens een studie van TNO⁵⁴ zal met name tussen 2040 en 2045 de hoeveelheid te recyclen zonnepanelen snel stijgen tot ongeveer 233 kiloton. Op dit moment wordt eerst het aluminium frame, koperen kabels en aansluitdoos handmatig verwijderd. Hierna wordt de zonnepanelen versnipperd en worden ze gebruikt als onderdeel van een basislaag voor wegen.

In Tabel 5.1 zien we de op de markt gebrachte, ingezamelde en gerecyclede zonnepanelen in Nederland en Europa. In 2024 is er bijna 150 kiloton zonnepanelen op de markt gebracht. Een daling van 55% ten opzichte van 2023. Het jaarlijks ingezamelde gewicht zon-PV in Nederland is gestegen met 66% naar 2.219 ton in 2024 ten opzichte van 2023, terwijl het tonnage recycling gedaald is naar 46 ton zonnepanelen. In Europa zien we in 2024 met 1.727 ton een stijgende trend in gerecyclede zonnepanelen. De volumes die nog gerecycled moeten worden zijn nog zeer gering ten opzichte van de jaarlijks geïnstalleerde omvang.

Tabel 5.1: Jaarlijkse hoeveelheid zonnepanelen nieuw op de markt gebracht, ingezameld en gerecycled in Nederland (NL) en Europa (EU).

	Hoeveelheid nieuw de op markt gebracht (ton)	Ingezameld in NL (ton)	Recycling in NL (ton)	Recycling in EU ⁵⁵ (ton)
2020	237.000	776	1	391
2021	244.000	493	16	314
2022	289.000	1.036	46	979
2023	332.000	1.381	51	1.053
2024	150.000	2.219	46	1.727

Bron: Nationaal (W)EEE Register

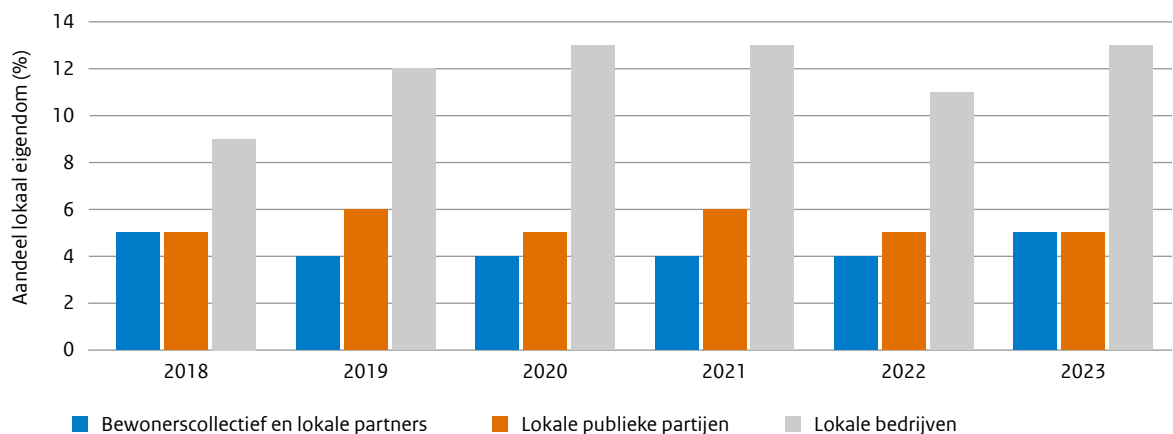
⁵⁴ [Balancing costs and revenues for recycling end-of-life PV panels in the Netherlands](#)

⁵⁵ In alle jaren is de hoeveelheid gerecyclede zonnepanelen (in NL en elders in de EU) kleiner dan de hoeveelheid ingezamelde zonnepanelen. De bestemming van de overige zonnepanelen is niet bekend.

5.2 Lokaal eigendom en participatie

De Financiële Participatiemonitor⁵⁶ geeft inzicht in de voortgang van de afspraken in het Klimaatakkoord over financiële participatie bij windenergie op land en niet gebouwgebonden zonne-energie op land en water. In het Klimaatakkoord is opgenomen dat de partijen streven naar 'een evenwichtige eigendomsverdeling in een gebied waarbij gestreefd wordt naar 50% eigendom van de productie van de lokale omgeving (burgers en bedrijven)' in 2030. In 2024 verscheen de monitor over het jaar 2023. De monitor die rapporteert over in 2024 gerealiseerde niet-gebouwgebonden zon-PV verschijnt in het najaar van 2025.

Figuur 5.1: aandeel lokaal eigendom van zonneparken ten opzichte van totale zon-PV jaarproductie.



Bron: AS I-SEARCH, Bosch & van Rijn in opdracht van RVO

De monitor toont aan dat het streven naar 50% eigendom uit het Klimaatakkoord nog niet wordt gehaald. In de afgelopen vijf jaar is geen duidelijke trend naar toenemend lokaal eigendom van 50% zichtbaar (zie Figuur 5.1). Het totaal aandeel lokaal eigendom bedroeg 21,5% in 2019 en 22,0% in 2023 ten opzichte van de totale zon-PV jaarproductie. In 2023 is er een lichte toename van 1,7%-punt ten opzichte van 2022.

In de Financiële Participatiemonitor 2024 is voor het eerst ook gekeken naar de projecten in de pijplijn, naast de in 2023 gerealiseerde projecten. De pijplijn zijn alle zonneparken waarvoor een SDE- of SCE beschikking is toegekend maar die nog niet zijn gerealiseerd. Als hypothetisch gezien deze projecten in 2023 afgerond zouden zijn, zou het totale lokale eigendom tot maximaal 23,2% toenemen ten opzichte van de totale jaarlijkse zon-PV productie. Hoewel er dus sprake is van lichte groei en projecten in de pijplijn, blijft het aandeel totaal lokaal eigendom achter ten opzichte van de beoogde richtwaarde.

De monitor laat wel een gestage toename zien van het aandeel financiële participatie zonder lokaal eigendom. De duidelijke toename van de omgevingsfondsen bij zonneparken wordt net als vorig jaar gezien als een effect van het Klimaatakkoord. Crowdfunding acties of andere vormen van obligatie-uitgiftes worden vaak pas georganiseerd vlak voor de bouwphase, of na realisatie van het project. Dus ook als een project vóór 2019 planologisch is voorbereid, kan de besluitvorming over deze vormen van financiële participatie hebben plaatsgevonden na 2019 en dus geïnspireerd zijn door het Klimaatakkoord.

⁵⁶ Monitor Financiële Participatie 2023 | Rapport | Rijksoverheid.nl

5.3 Lokale energie coöperaties en VvE's

De afgelopen jaren schommelde het gerealiseerd vermogen door energiecoöperaties rond de 50 MWp per jaar (zie Tabel 5.2). Het aandeel gerealiseerd vermogen was in 2024 echter een stuk hoger, namelijk 81 MWp. Deze toename is te verklaren door het feit dat de nieuwe projecten relatief groot in omvang zijn. Volgens de Lokale Energiemonitor⁵⁷ zijn er ondanks deze toename relatief veel plannen stopgezet of uitgesteld, die in 2023 nog redelijk zeker leken. De initiatiefnemers hebben bijvoorbeeld een SCE-beschikking ingetrokken of de subsidietermijn niet gehaald. Veel coöperaties melden dat ze hun plannen financieel niet rond krijgen.

Tabel 5.2: Jaarlijks gerealiseerde zon-PV projecten door lokale initiatieven in MWp.

	2020	2021	2022	2023	2024
Gebouwsgebonden systemen	23,0	13,3	23,1	12,3	14,7
Niet-gebouwsgebonden systemen	29,9	30,0	39,8	36,5	66,3
Totaal	52,9	43,3	62,9	48,8	81,0

Bron: HIER

Hoge prijzen voor materiaalkosten, hogere arbeidskosten, dure verzekeringen en hogere rentes voor leningen zijn daar volgens de lokale energiemonitor debet aan. Ook netcongestieproblemen worden vaak genoemd. Hierdoor is naar schatting zo'n 29 MWp aan vermogen uiteindelijk onbenut gebleven.

Sinds 2019 is een trend te zien waarbij het aandeel gerealiseerd vermogen bij gebouwsgebonden zon-PV installaties door energiecoöperaties afneemt ten opzichte van veldopstellingen. Zo werd in 2023 25% van het jaarlijks collectief opgesteld zon-PV vermogen gebouwsgebonden gerealiseerd, terwijl dit in 2024 afnam naar 18%. Het vermogen van niet-gebouwsgebonden installaties (239,5 MWp) is inmiddels aanzienlijk groter dan het vermogen gebouwsgebonden installaties (162,8 MWp).

De meeste collectieve zonprojecten in aantal zijn gebouwsgebonden installaties (91,6%); een veel hoger aantal dan de niet-gebouwsgebonden installaties met 7,6% voor zon-PV op land en 0,5% voor zon-PV op water. Dit is dezelfde verdeling als in afgelopen jaren.

Gebruik subsidieregelingen door energiecoöperaties en Vereniging van Eigenaars (VvE's)

Zon-PV projecten worden door coöperaties vooral gerealiseerd met behulp van de SDE-regeling. Per 1 april 2021 verving de SCE-regeling de Regeling Verlaagd Tarief (postcoderoosregeling). Met de SCE-regeling kun je als energiecoöperatie of Vereniging van Eigenaars (VvE) gezamenlijk investeren in een productie-installatie voor hernieuwbare energie. De lokale energiemonitor geeft een gedetailleerd overzicht⁵⁸ van de subsidieregelingen die coöperaties de afgelopen jaren gebruikten om projecten te realiseren.

Het aandeel nieuwe zonprojecten met een of meerdere SCE-beschikking(en) is in 2024 sterk afgenomen; van 132 in 2023 tot 95 in 2024. Dit hangt samen met het feit dat er in 2024 minder zon-PV op daken zijn gerealiseerd. De SCE-regeling wordt voornamelijk ingezet voor zonnedaken. Tegelijkertijd is opvallend dat het collectief zonvermogen met een SDE-beschikking juist sterk is toegenomen in 2024. Meer coöperaties zijn aandeelhouder geworden in een grootschalig zonnepark met een SDE-subsidie en delen het eigendom met een ontwikkelaar of andere partner (gedeeld eigendom).

⁵⁷ Lokale Energie Monitor 2024 | HIER

⁵⁸ Financieel LEM 2024 | HIER

H6 Marktsignalen op basis van SDE-vrijvalonderzoek

In dit hoofdstuk gaan we in op de resultaten van het in 2024 uitgevoerde SDE-vrijvalonderzoek. Zoals besproken in paragraaf H1.6 komt ongeveer 70% van het beschikt SDE-vermogen van zon-PV op dak projecten en 20% van zon-PV op veld of water projecten niet tot realisatie. We noemen dit vrijval. RVO heeft onderzoek⁵⁹ gedaan naar de redenen voor vrijgevallen projecten in de periode 2021-2024.

6.1 Analyse SDE databestanden

Onderzocht is in welke mate ervaring met de SDE van invloed is op vrijval van projecten. Vanuit de SDE-data zijn vier categorieën toegekende projecten onderscheiden.

- Projecten van aanvrager met één project (50% van totaal aangevraagde projecten)
- Projecten van aanvragers met 2-10 projecten (29% van totaal aangevraagde projecten)
- Projecten van aanvragers met 11-50 projecten (9% van totaal aangevraagde projecten)
- Projecten van aanvragers met 51 of meer projecten (12% van totaal aangevraagde projecten)

Voor de eerste 3 categorieën bleek het aandeel vrijgevallen projecten te liggen tussen de 30 en 37%. Bij de categorie met meeste projecten per aanvrager was 52% van de projecten vrijgevallen. In deze laatste categorie zitten ongeveer twintig bedrijven, die door de veelheid van projecten de meeste ervaring hebben met de SDE-regeling.

6.2 Onderzoek vrijval op basis enquêtes en verdiepende workshops

De enquête onder SDE-aanvragers is door 200 respondenten ingevuld. Zij hebben gezamenlijk 366 redenen aangegeven waarom het project niet doorging (zie Figuur 6.1). Vaak blijkt een opeenstapeling van belemmeringen te zorgen voor vrijval.

Meer dan de helft van de respondenten heeft onvoldoende netcapaciteit/teruglevercapaciteit als reden voor vrijval aangegeven. Daarnaast werden ook vaak financiële redenen gelieerd aan de businesscase (61x) en technische beperkingen aan de dakconstructie (37x) genoemd als redenen voor vrijval. Ook werden situaties waarin de verzekeraar niet akkoord was (30x) en onduidelijkheid over regelgeving en beleid zijn regelmatig (30x) genoemd. Het aanpassen of herroepen van de vergunning (5x), het niet akkoord zijn van de hypotheekverstrekker (7x) en onbekendheid met subsidievoorwaarden (7x) werden juist niet gezien als belangrijke redenen voor vrijval. Verder valt op dat zowel technische als beleidsmatige en financiële factoren een aanzienlijke impact hebben op de vrijval.

Ten opzichte van het vorige onderzoek, uit de periode 2017-2020, is de belemmering dakconstructie gedaald van plek 1 naar 3. We zien dat de redenen gelieerd aan de businesscase nog steeds een belangrijke belemmering zijn. En we zien dat netcongestie in het vorige onderzoek nog geen grote rol speelde en nu wel.

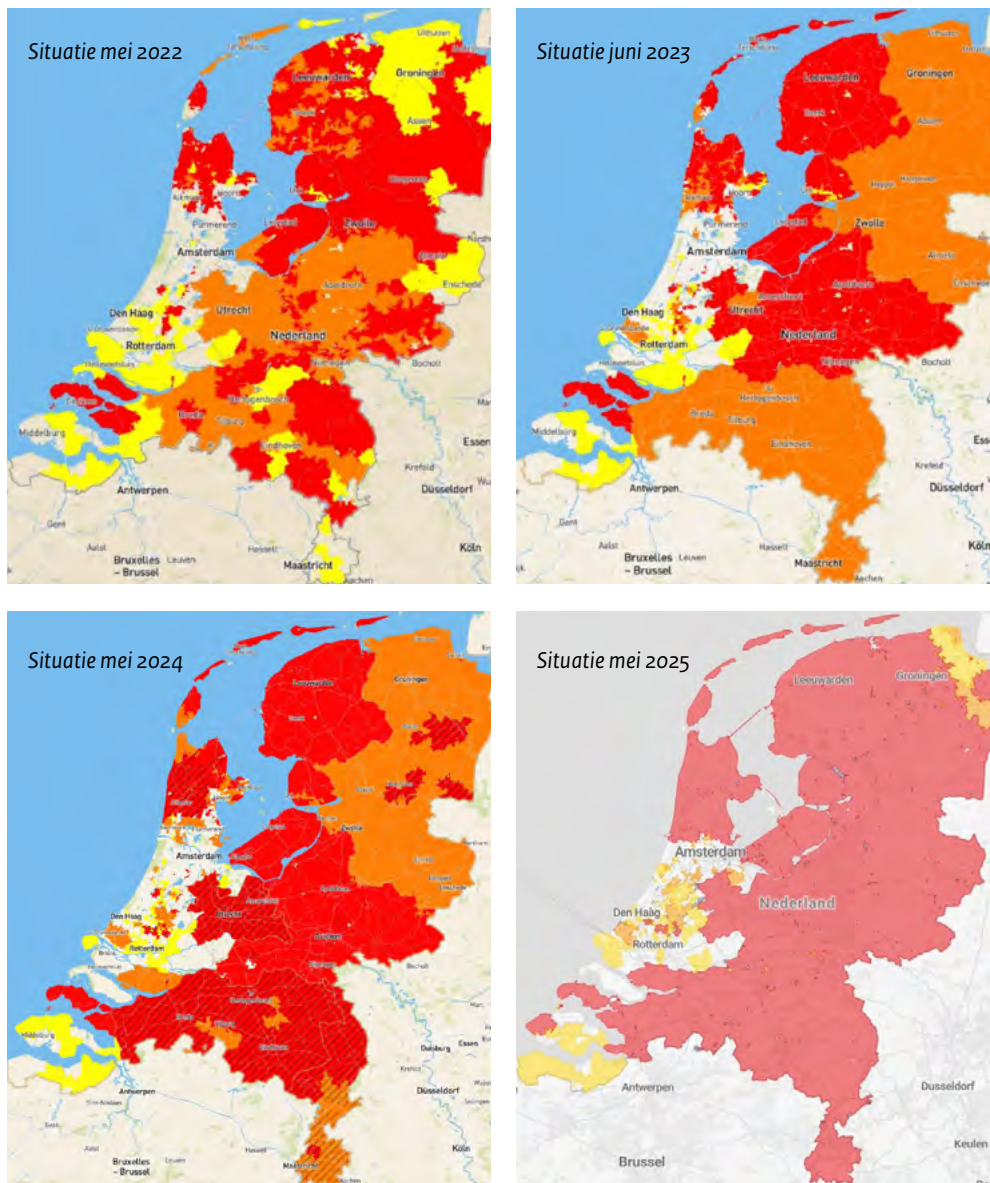
⁵⁹ [Onderzoek Vrijval SDE 2021-2024](#)

Figuur 6.1: redenen voor vrijval van zon-PV projecten in de periode 2021-2024 vanuit enquête resultaten.

Bron: RVO

6.3 Netcongestie vaakst genoemde reden van vrijval

De sterke groei van het vermogen zon-PV heeft als keerzijde dat er in toenemende mate netproblemen ontstaan. Als gevolg van transportschaarste kunnen netbeheerders in grote delen van Nederland geen nieuwe grootverbruikaansluitingen (vanaf 3x80A) toestaan voor het invoeden van elektriciteit (Figuur 6.2). In de onderstaande vier kaartjes is te zien hoe de kaart steeds roder kleurt, wat betekent dat er structureel invoedingscongestie bestaat. Voor de ontwikkeling van zon-PV projecten waarvoor een grootverbruikaansluiting noodzakelijk is, is invoedingsnetcongestie een groot knelpunt. Alleen in de Randstad en in de provincie Zeeland zijn nog gebieden waar geen sprake is van invoedingsnetcongestie.

Figuur 6.2: Ontwikkeling invoedingsnetcongestie.

Bron: Netbeheer Nederland

De kaarten zijn bedoeld voor projecten die via een grootverbruik aansluiting energie willen leveren aan het elektriciteitsnet. Op de kaarten staat de congestiestatus in een kleur uitgedrukt. De kleuren op de kaarten hebben de volgende betekenis:

- Transparant: (nog) geen transportschaarste.
- Geel: transportschaarste dreigt, er geldt een aangepast offerteregime.
- Oranje: vooraankondiging structurele congestie door netbeheerder bij de ACM.
- Rood: structureel congestie, nieuwe aanvragen voor transport worden niet gehonoreerd.
- Oranje gearceerd (vanaf 2024): voorlopig geen transportcapaciteit beschikbaar in afwachting van het verdelen van het vrijgekomen vermogen over de wachtlijst op basis van congestiemanagement.
- Rood gearceerd (vanaf 2024): Geen transportcapaciteit beschikbaar: de grenzen voor de toepassing van congestiemanagement zijn bereikt.

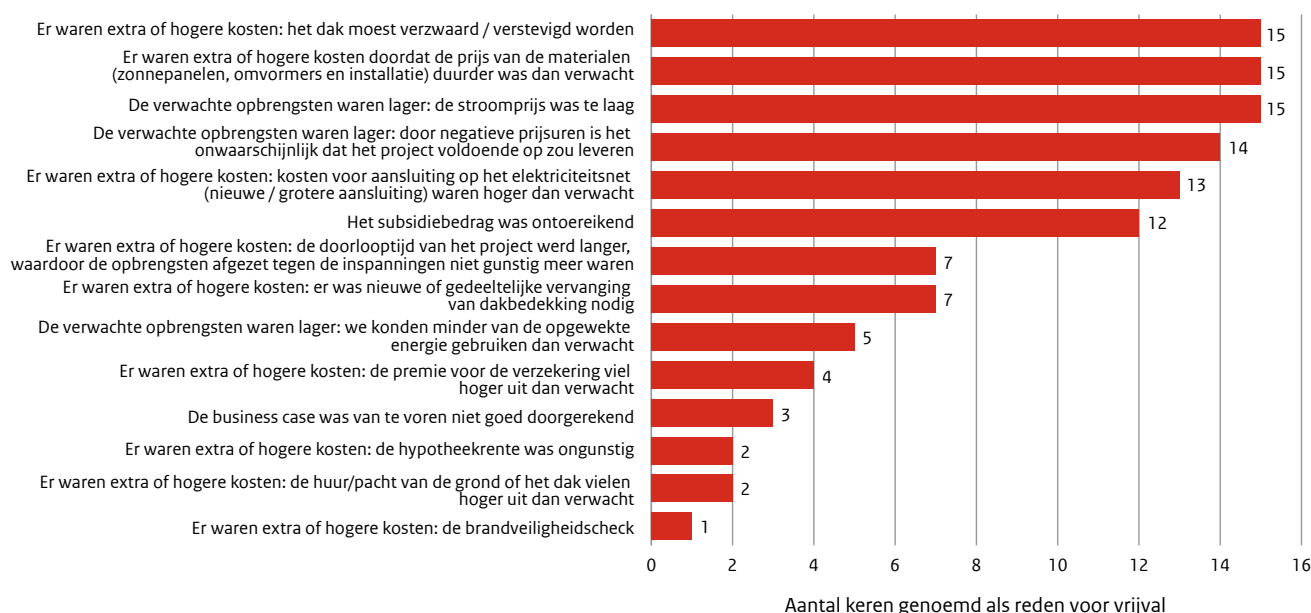
Vanaf de eerste SDE-ronde van 2020 is het verplicht om een transportindicatie aan te vragen bij de netbeheerder. Het hebben van een transportindicatie biedt geen garantie om aangesloten te worden op het elektriciteitsnet.

Voor aanvragen onder 1 MWp was het vaak vanuit de netbeheerder onbekend of er capaciteit was. Geen aansluitcapaciteit betekent normaliter direct eindpunt voor de initiatiefnemer van het zon-PV project en dus de SDE-subsidie. Ontwikkelaars proberen via andere manieren zoals het sterk verhogen van eigengebruik, batterijen of een gesloten distributie systeem (GDS) alsnog, met of zonder subsidie, het zon-PV project te realiseren.

6.4 Financiële belemmeringen zijn nog steeds vaak reden van vrijval

In de enquête zijn de financiële belemmeringen verder gespecificeerd als deze werden aangegeven als belemmering. In het algemeen bleken zowel de grote investeringen als lagere opbrengsten van de businesscase een belemmering (zie Figuur 6.3). Hogere kosten door dakverzwaring, materialen, aansluiting, doorlooptijd en vervanging van dakbedekking zijn met name benoemd als reden. Daarnaast worden ook lagere opbrengsten door een lagere verwachte stroomprijs, negatieve prijsuren en productie, en een ontoereikende subsidie vaak genoemd.

Figuur 6.3: uitsplitsing financiële belemmeringen van vrijval (N=115)



Financiering van de zon-PV projecten wordt door de respondenten als steeds uitdagender ervaren. Zo stijgen de rentetarieven en zijn de investeringseisen strenger. Banken beoordelen projecten als risicovoller door kleinere winstmarges en vragen een hoger eigen vermogen. Van in het verleden 20% eigen vermogen naar tot wel 40% eigen vermogen, met daarbovenop een geldige scope 12 keuring. Hiernaast is er vaak een brandverzekering nodig en stijgen niet alleen de materiële kosten, zoals leidingwerk en koper, maar ook de arbeidskosten en de netaansluitingskosten.

Respondenten gaven ook aan dat de opbrengsten onzekerder werden. Zo zorgt de huidige prijsvolatiliteit en negatieve prijsuren niet alleen voor een lagere subsidie opbrengst, maar ook voor het lastig inschatten van de verwachte elektriciteitsprijzen. Enkele respondenten gaven ook aan dat door het Planbureau voor de Leefomgeving de conceptbasisbedragen en correctiebedragen voor zon-PV te optimistisch berekend worden. Volgens sommige respondenten worden de verwachte elektriciteitsprijzen en daarmee de correctiebedragen te hoog ingeschat, wat resulteert in minder subsidie per eenheid opgewekte energie.

6.5 Overige redenen vrijval SDE

Uit het onderzoek kwam een gemengd signaal naar voren over de SDE-regeling. Zo werden de extra categorieën lichtgewicht en natuurinclusief vaak als positief beschouwd, maar zorgen de jaarlijkse veranderingen voor complexiteit bij niet gespecialiseerde SDE-aanvragers. De dakconstructie komt alsnog als grote belemmering naar voren. Het gaat hierbij waarschijnlijk om projecten van SDE-rondes voor 2022, aangezien sindsdien een verklaring voor de belastbaarheid van het dak nodig is, waardoor er minder vrijval in de SDE plaatsvindt. Onzekerheid in beleid en veranderend beleid, zoals de voorkeursvolgorde zon en inspraakseisen in de omgevingswet, worden genoemd als belemmeringen.

H7 Provinciale ontwikkelingen

7.1 Opgesteld vermogen zon-PV per provincie

De provincie Noord-Brabant heeft de grootste hoeveelheid opgesteld vermogen zon-PV van alle provincies in Nederland (4.784 MWp). De provincie Zeeland heeft de kleinste hoeveelheid (1.125 MWp).

De provincies met het grootste aandeel opgesteld vermogen in veldopstellingen zijn Drenthe en Groningen (respectievelijk 53% en 52%). Een derde van het op veld opgestelde vermogen in Nederland staat in deze twee provincies.

Figuur 7.1: Totaal opgesteld vermogen zon-PV in 2024 (MWp)



Bron: CBS

7.2 Realisatie met SDE per provincie

In 2024 werd in de provincie Gelderland het grootste vermogen zon-PV met SDE gerealiseerd. In deze provincie ligt ook het grootste zonnepark dat in 2024 in gebruik werd genomen (74 MWp). In Figuur 7.2 is de totale hoeveelheid gerealiseerde zon-PV met SDE weergegeven. Figuur 7.3 laat de hoeveelheid gerealiseerde gebouwgebonden zon-PV met SDE zien.

De grootste hoeveelheid gebouwgebonden zon-PV met SDE werd in 2024 in Zuid-Holland gerealiseerd (78 MWp). Het grootste gebouwgebonden project dat in 2024 werd gerealiseerd ligt in de provincie Limburg (12 MWp).

In de provincie Noord-Holland bestond in 2024 93% van het gerealiseerde vermogen met SDE uit gebouwgebonden zon-PV systemen. Dit is het hoogste percentage van alle provincies. Het laagste percentage gebouwgebonden systemen werd in de provincie Drenthe gerealiseerd (2%).

Figuur 7.2: Realisatie zon-PV met SDE in 2024 (MWp)



Figuur 7.3: Realisatie gebouwgebonden zon-PV met SDE in 2024 (MWp)



Bron: RVO

7.3 SDE-pijplijn per provincie

De verzameling projecten met een SDE-beschikking die nog niet zijn gerealiseerd noemen we de pijplijn van de SDE. De omvang van de pijplijn SDE-projecten verschilt sterk per provincie. De provincie Noord-Brabant heeft het grootste vermogen nog in de pijplijn van de SDE. In Figuur 7.4 staat de pijplijn vermogen zon-PV per provincie. Het grootste zonnepark met een SDE-beschikking dat nog niet is gerealiseerd, ligt in de provincie Noord-Holland (136 MWp).

In Figuur 7.5 geven we de hoeveelheid zon-PV vermogen van gebouwgebonden systemen in de pijplijn weer. Het onderscheid tussen gebouwgebonden zon-PV en niet-gebouwgebonden zon-PV in de pijplijn is relevant om ten minste twee redenen. De eerste reden is dat de vrijval het grootst is bij gebouwgebonden projecten. Vrijval wil zeggen dat projecten niet of slechts gedeeltelijk gerealiseerd worden. De tweede reden is de voorkeursvolgorde zon die in het kader van een zorgvuldige ruimtelijke afweging in de Nationale Omgevingsvisie is vastgelegd. Trede 1 in de voorkeursvolgorde zon is het realiseren van zon-PV op daken en gevels. De monitoring van de voorkeursvolgorde zon-PV is bij de afspraken over de aanscherping van de voorkeursvolgorde zon belegd bij het Nationaal Programma Regionale Energiestrategieën (NP-RES).

Het grootste aandeel gebouwgebonden zon-PV in de pijplijn van de SDE heeft de provincie Zuid-Holland. 92% van de projecten is gebouwgebonden.

Figuur 7.4: Pijplijn zon-PV met SDE (MWp)



Bron: RVO

Figuur 7.5: Pijplijn gebouwgebonden zon-PV met SDE (MWp)



Bijlage 1: Veel gebruikte afkortingen en definities

Veel gebruikte afkortingen en definities lichten we in Tabel 1 toe.

Tabel 1: afkortingen en definities

Afkortingen	Definities
Agri-PV	Multifunctionele toepassing van Zon_pv, waarbij sprake is van een combinatie van een substantiële agrarische productie met een zonnestroominstallatie.
Basisbedrag	Binnen de SDE en SCE regeling geeft het basisbedrag de kostprijs voor de productie van hernieuwbare energie weer per aanvraagcategorie. Het maximale basisbedrag is het maximale bedrag waarvoor subsidie aangevraagd kan worden.
Basisenergieprijs	Voor het correctiebedrag is een ondergrens vastgesteld: de basisenergieprijs of bodemprijs. Deze bedragen zijn gebaseerd op het tweede deel van de langetermijnprijs. De langetermijnprijs is gebaseerd op gemiddelde verwachte opbrengsten over de gehele looptijd van de subsidie. Als het correctiebedrag gelijk is aan de basisenergieprijs is sprake van maximale subsidie.
Biedplichtcontract	Een biedplichtcontract is een overeenkomst tussen een netbeheerder (zoals TenneT, Liander, Enexis of Stedin) en een producent of grootverbruiker, waarin wordt afgesproken dat de partij verplicht een bieding moet doen om transportproblemen op te lossen. Dit mechanisme wordt ook wel redispatch genoemd.
BSP, Balansdiensten verlener	Een balansdienstenverlener (Balance Service Provider, BSP) is een marktpartij die balanceringsvermogen aanbiedt aan netbeheerder TenneT om bij te dragen aan het herstellen van de balans tussen vraag en aanbod op het elektriciteitsnet. BSP's nemen deel aan balanceringsmarkten en leveren actief regelbaar vermogen dat door TenneT wordt gecontracteerd en aangestuurd wanneer nodig.
Correctiebedrag	Binnen de SDE en SCE regeling wordt het maximale bedrag waarvoor subsidie is aangevraagd (het basisbedrag) jaarlijks achteraf vermindert met opbrengsten uit de productie-installatie om de subsidie vast te stellen. Dit zijn onder meer de opbrengsten van de opgewekte hernieuwbare energie voor eigengebruik en/of voor levering aan een net. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) berekent ieder jaar de correctiebedragen.
CBC	Een Capaciteits Beperkend Contract (CBC) biedt bedrijven de mogelijkheid om hun elektriciteitsverbruik of levering flexibel aan te passen op basis van de beschikbare capaciteit.
CSP	Een Congestiediensten Verlener (Congestie Service Provider) is een marktpartij die diensten aan de netbeheerder aanbiedt om congestie te verminderen. Grote projecten vanaf 1 MW gecontracteerd vermogen kunnen zelf CSP worden, kleinere projecten kunnen zich aansluiten bij een erkende CSP-er.
Curtaillen	Curtaillen betekent het bewust verminderen of uitschakelen van elektriciteitsproductie om te voorkomen dat er te veel stroom wordt ingevoed op het net. Dit wordt vooral toegepast bij hernieuwbare energiebronnen zoals zonne- en windenergie, wanneer er te veel aanbod is of wanneer er beperkingen in het net zijn (netcongestie).
Day-ahead-prijs	De day-ahead prijs verwijst naar de elektriciteitsprijs die een dag van tevoren wordt vastgesteld op de day-ahead-markt, ook wel de spotmarkt genoemd. Deze markt wordt gebruikt om elektriciteit te verhandelen voor levering op de volgende dag. De prijs komt tot stand door vraag en aanbod en wordt per uur bepaald.
EIA	Energie-Investeringsaftrek. Fiscaal voordeel aanvullend op salderingsregeling voor ondernemers met zon projecten groter dan 15 kWp.
Eigengebruik	Eigengebruik is het deel van de productie dat op de locatie van de productie-installatie direct of na tijdelijke opslag wordt verbruikt. Door eigengebruik kunnen afnemers hun afname vanuit het net verminderen, wat ook wel vermeden inkoop genoemd wordt.

Afkortingen	Definities
EMS	Een Energy Management System (EMS) is een intelligent regelsysteem dat de productie, het verbruik en de opslag van elektriciteit aanstuurt op basis van real-time data. Het optimaliseert en automatiseert energiegebruik met het oog op marktprijzen, netbeperkingen of balanceringssignalen. EMS'en worden vooral toegepast bij zonneparken, windparks, batterijen en industriële of gebouwgebonden installaties, waar zij autonome beslissingen nemen om energie-efficiëntie, comfort of kostenbesparing te realiseren.
Gebouwgebonden	Alle zontoepassingen die op, aan of met een gebouw verbonden zijn, inclusief parkeerterreinen en garages. Het onderscheid gebouwgebonden en niet-gebouwgebonden wordt toegepast bij de uitvoering van de SDE-regeling. Ook worden wel de termen objectgebonden zon en zon op daken gebruikt.
Grootschalige zon-PV	Zon-PV systeem met een vermogen groter dan of gelijk aan 15 kWp.
Grootverbruikers	Afnemers met een aansluiting die groter is dan 3x80A.
GvO	Garantie van Oorsprong is een certificaat die bewijst dat de stroom via hernieuwbare bronnen is opgewekt.
ISDE	Investeringsubsidie duurzame energie en energiebesparing. Aanvullende subsidie op salderingsregeling voor kleinverbruikers met jaarverbruik > 50.000 kWh. Vanaf 2024 staat de regeling niet meer open voor het aanvragen van subsidie voor zonnepanelen.
KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
Kleinschalige zon-PV	Zon-PV systeem met een vermogen kleiner dan 15 kWp.
Kleinverbruikers	Afnemers met een aansluiting die kleiner of gelijk is aan 3x80A.
MWp	Megawatt-piek: eenheid van vermogen. 1 MWp is 1.000 kWp of 0,001 GWp
Netbeheerder	Landelijke en/of regionale partijen die verantwoordelijk zijn voor veilig en continu (in balans) transport van elektriciteit en/of gas. Zij zijn daarnaast verantwoordelijk voor onderhoud en uitbreiding van het net, inclusief aansluitingen daarop.
Netcongestie	Als de vraag naar transportcapaciteit (zowel afname als invoeding) groter is dan de capaciteit van het net is er sprake van netcongestie.
Netlevering	Zonnestroomproductie die in het elektriciteitsnet wordt ingevoerd. Dit wordt ook wel teruglevering genoemd. We spreken van uitgestelde netlevering wanneer de zonnestroom tijdelijk achter de meter is opgeslagen en pas op een later moment wordt teruggeleverd aan het net.
Niet-netlevering	Zonnestroomproductie die op locatie van de productie-installatie wordt verbruikt of (tijdelijk) opgeslagen.
Niet-gebouwgebonden	Alle zontoepassingen die niet op of aan een gebouw verbonden zijn, inclusief zon op land, zon op water, infrastructuur zoals op geluidschermen, in uiterwaarden en langs spoorwegen. Ook wordt wel de term veldopstellingen gebruikt.
NPCE	Nationaal Programma Circulaire Economie
Onbalans	Onbalans in de elektriciteitsmarkt ontstaat wanneer er een verschil is tussen de verwachte en werkelijke productie of consumptie van elektriciteit. Dit kan leiden tot frequentieschommelingen en verstoringen in het elektriciteitsnet, waardoor netbeheerders (zoals TenneT in Nederland) moeten ingrijpen om het systeem in evenwicht te houden.
PO-factor	De PO-factor (Profiel- en Onbalanscorrectiefactor) is een correctiefactor die wordt gebruikt bij de berekening van de subsidiebedragen in de SDE++-regeling voor hernieuwbare energieprojecten, zoals zonne- en windenergie. De factor corrigeert de verwachte inkomsten uit de verkoop van opgewekte elektriciteit op basis van de werkelijke marktprijzen en onbalanskosten.
Pijplijn SDE	Voorraad van nog niet gerealiseerd projectvermogen zon-PV met een subsidie-toekenning. Kleinschalig zon kent geen pijplijn omdat vooraf geen subsidies worden verleend.

Afkortingen	Definities
Programma-verantwoordelijke	Een programmaverantwoordelijke (balansverantwoordelijke partij/BRP) is een partij die de productie, transport en verbruik van elektriciteit plant en deze informatie dagelijks doorgeeft aan netbeheerder TenneT. De programmaverantwoordelijkheid draagt eraan bij dat het net niet wordt onderbelast of overbelast. Alle elektriciteitsleveranciers moeten een programmaverantwoordelijke hebben.
Regeltoestand 2	De regeltoestand beschrijft de verschillende activeringssituaties van balanceringsenergie op de elektriciteitsmarkt en wordt gebruikt om de onbalansprijs binnen een handelsblok van een kwartier vast te stellen. Regeltoestand 2 vindt plaats als TenneT binnen het kwartier zowel op- als afregelt. Dit gebeurt wanneer binnen hetzelfde kwartier de onbalans omslaat van een overschot naar een tekort of andersom.
Reversed curtailen	Met reversed curtailen wordt bewust minder productie op de elektriciteitsmarkt aangeboden om in geval de onbalans of netsituatie daarom vraagt extra productie in te kunnen voeren in het net.
Salderingsregeling	Stimuleringsregeling gericht op zon-PV systemen aangesloten op het elektriciteitsnet via een kleinverbruikaansluiting. Dit betreft vooral kleinschalig zon.
SCE	Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking (SCE). De SCE is een exploitatiesubsidie waarmee energiecoöperaties en Verenigingen van Eigenaren (VvE's) worden ondersteund bij de gezamenlijke opwek van duurzame elektriciteit met bijvoorbeeld zonnepanelen, windmolens of waterkrachtinstallaties. Deze regeling is de opvolger voor de Postcoderoosregeling.
SDE	Subsidie Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie. Regeling voor stimulering grootschalige zon-PV systemen. Wanneer we in dit rapport over de SDE-regeling schrijven bedoelen we de SDE, SDE+ en de SDE++-regelingen. De SDE is een exploitatiesubsidie. Dat betekent dat RVO de subsidie uitkeert in de vorm van een bedrag per geproduceerde kWh.
Stuurbox	Een stuurbox is een elektronisch kastje dat signalen ontvangt en doorgeeft tussen zonnepanelen, omvormers, meetapparatuur en andere apparaten. Het fungeert als communicatie- of schakelinterface binnen de zonne-installatie en neemt zelf geen beslissingen. Sommige zogenaamde "slimme" stuurboxen of "light EMS'en" bevatten eenvoudige logica en kunnen vooraf ingestelde beslisregels uitvoeren, maar missen de intelligentie en real-time optimalisatie van een volwaardig Energy Management System (EMS).
SVOH	subsidieregeling verduurzaming en onderhoud huurwoningen.
SVVE	Subsidieregeling energiebesparing eigen huis voor VVE's.
TWh	Terawattuur (TWh). Eenheid van elektriciteitsproductie. Met 1.000 vollasturen produceert 1 MWp zonvermogen ongeveer GWh elektriciteit per jaar. In deze rapportage gebruiken we in de omrekening naar GWh: 700 vollasturen voor installaties tot en met 2011, 875 vollasturen voor installaties uit periode 2012 tot 2020 en vollasturen vastgesteld in het begrippenkader RES voor de nieuwere installaties operationeel vanaf 2020.
Vrijval SDE	Niet gerealiseerd zonvermogen waarvoor wel een subsidietoekenning was verleend. Met het intrekken van de subsidietoekenning behoort het bijbehorende vermogen niet langer tot de pijplijn.
Zon-PV	Zonnepanelen of zonnestroom-installaties die met zonlicht elektriciteit produceren. PV is een Engelse afkorting voor fotonvoltaïsch ofwel fotonvoltaïsche zonne-energie.

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Graadt van Roggenweg 200 | 3531 AH Utrecht
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht
T +31 (0) 88 042 42 42
www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG).

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | september 2025
Publicatienummer: RVO-175-2024/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken.