



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Monitor

Zon-PV 2024

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

Inhoudsopgave

Colofon	3
Samenvatting	4
Inleiding	6
1 Ontwikkeling geïnstalleerd zon-PV in Nederland	10
1.1 Context zon-PV in nationaal beleid en elektriciteitsmix	10
1.2 Ontwikkeling totaal geïnstalleerd zon-PV vermogen	10
1.3 Ontwikkeling geïnstalleerd vermogen zon-PV per marktsegment	11
1.4 De rol van de SDE-regeling in de huidige zon-PV markt	13
1.5 Verwacht gerealiseerd vermogen van de SDE-regeling	16
1.6 Andere regelingen in de zon-PV markt	18
2 Kostprijs, opbrengst en businesscase	20
2.1 Kostprijs zon-PV systemen	20
2.2 Gerealiseerde systeemprijzen in SDE++	22
2.3 Opbrengst PV systemen	23
2.4 Negatieve prijzen op elektriciteitsmarkten	24
2.5 Terugleveren versus afschakelen zon-PV installatie	27
3 Uitgelichte marktontwikkelingen	31
3.1 Praktisch potentieel van zon-PV	31
3.2 Innovatie en ontwikkeling in Nederland	33
3.3 Circulariteit en afvalverwerking van zonnepanelen	33
3.4 Transportschaarste en invoedingsnetcongestie	35
4 Participatie	39
4.1 Lokaal eigendom van zonneparken	39
4.2 Lokale energie coöperaties en VVE	39
4.3 Ontwikkeling kleinschalige zon-PV en grootschalig zon op kleinverbruiksaansluiting	41
5 Regionale ontwikkelingen	43
5.1 Verdeling opgesteld vermogen	43
5.2 Verdeling realisatie en pijplijn SDE-projecten	43
5.3 Bijdrage grootschalig zon-PV aan doelen Klimaatakkoord	45

Colofon

Projectnaam	Monitor Zon-PV 2024
Contactpersoon	Rolf van der Vleugel
	rolf.vandervleugel@rvo.nl
	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland Nationale Programma's
Auteurs	Arne Willigenburg, Karin Keijzer, Rolf van der Vleugel
Versie	Definitief
Bijlage(n)	0

Samenvatting

De Monitor Zon-PV 2024 geeft inzicht in de feitelijke stand van zaken met betrekking tot de realisatie van zon-PV op peildatum 31 december 2023. 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.

Onderdeel van de algemene 55% CO₂-reductiedoelstelling in 2030 vergeleken met 1990 uit het Klimaatakkoord, is het opschalen van de elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen. Zon-PV levert daar een belangrijke bijdrage aan. In 2023 droeg zon-PV voor 17% (20,0 TWh) bij aan de totale elektriciteitsproductie in Nederland. Na windenergie is zonnestroom de grootste hernieuwbare bron van energie.

Grootschalige en-kleinschalige opwek

Het geïnstalleerd vermogen is in de afgelopen jaren verviervoudigd van 4,6 GWp in 2018 naar 23,9 GWp in 2023. In 2023 groeide het geïnstalleerde vermogen met 4,3 GWp. Dat was minder dan in 2022, maar hoger dan het gemiddelde in de periode vanaf 2018. We verwachten de komende jaren een groei van circa 3 GWp per jaar.

De doelstelling voor zon-PV van 35 TWh in 2030 heeft betrekking op grootschalig zon-PV. Grootschalige zon-PV zijn systemen vanaf 15 kWp, bestaande uit ten minste 50 panelen. De belangrijkste subsidieregeling voor grootschalige zon-PV systemen is de Stimulering Duurzame Energie en Klimaattransitie (SDE++). In 2023 is 2,1 GWp grootschalig zon-PV gerealiseerd waarvan 1,6 GWp met behulp van de SDE++.

Bij het sluiten van het Klimaatakkoord ging men uit van een autonome groei van kleinschalig zon (kleiner dan 15 kWp) naar 7 TWh in 2030. In 2023 was het kleinschalig opgestelde vermogen gegroeid naar 10,6 GWp met een jaarlijkse productie van 9,1 TWh. Voor kleinschalig zon-PV is de salderingsregeling de belangrijkste stimuleringsregeling. De realisatie van kleinschalige zon-PV systemen bleef op hetzelfde hoge niveau als in 2022. In 2022 en 2023 werd 2,3 GWp kleinschalige zon-PV gerealiseerd. Waarschijnlijk heeft de forsere groei van afgelopen 2 jaren te maken met de hoge elektriciteitsprijzen in 2022 die veel huishoudens en MKB-ers motiveerde om een PV-installatie aan te schaffen.

Voor het bereiken van de doelen voor hernieuwbare energie speelt ook de SDE++ “pijplijn” een belangrijke rol. Dit zijn SDE++-projecten die een beschikking hebben gekregen. Dit geeft een indicatie van te verwachten realisatie met SDE++ in komende jaren. Deze pijplijn bedroeg eind 2023 circa 8,0 GWp. De omvang van de pijplijn is nauwelijks veranderd ten opzichte van 2022. De hoeveelheid projecten die wel een beschikking hebben, maar niet meer tot realisatie komen (de “vrijval”) was in 2023 fors minder dan in 2022.

Ontwikkeling van kosten en inkomsten

De omstandigheden waarin grootschalige zon-PV projecten in de toekomst worden gerealiseerd, veranderen. Daarvoor zijn verschillende redenen. Via de SDE++ worden namelijk duurdere categorieën zon-PV gestimuleerd die gericht zijn op natuurinclusiviteit en dakversterking. Tevens zal de hoeveelheid geproduceerde zonnestroom per eenheid vermogen gaan dalen en is de verwachting dat de kosten voor keuring en verzekeringen toenemen. In de SDE++ en SCE (Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking) regeling zijn de maximum basisbedragen een weergave van de totale verwachte kostprijs in het verwachte jaar van realisatie. De basisbedragen van in 2023 gerealiseerde projecten zijn gedaald ten opzichte van 2022. Tegenover de kosten van zon-PV projecten staan de inkomsten bestaande uit de vergoeding voor de levering van stroom, de verkoop van garanties van oorsprong of vermeden inkoop van stroom door direct eigen gebruik. In 2022 waren de marktvergoedingen bij nagenoeg alle SDE-projecten dermate hoger dan nodig: er is dan sprake van overwinsten. In 2023 zijn de marktvergoedingen gedaald naar het niveau van vóór 2022 en ontvangen zon-PV projecten weer subsidie.

Negatieve prijsvorming en netcongestie

Vanaf 2019 is er een trend van toenemende aantal negatieve prijsuren op de elektriciteitsmarkt, waarmee ook zonprojecten te maken hebben. De negatieve prijsuren worden door de zonmarkt gezien als een signaal dat in met name de zomermaanden sprake is van overproductie, die bij plaatsing van nieuw zon-PV vermogen jaarlijks verder zal toenemen, zolang de vraag naar elektriciteit niet stijgt. Ook de zogenoemde onbalanskosten nemen toe.

In 2023 waren er 241 uren met negatieve prijzen op de day-ahead spotmarkt. Steeds meer bestaande zon projecten investeren in apparatuur om hun zon project af te kunnen afschakelen op basis van marktprijzen. In de kleinverbruikersmarkt introduceerden verschillende leveranciers terugleverkosten of een aparte opslag voor zonnepanelenbezitters om toenemende kosten die met salderen niet doorbelast worden toch in rekening te kunnen brengen. Een ander gevolg van een sterke groei van de productie van hernieuwbare energie is invoedingsnetcongestie. Lokaal kan het gebeuren dat er op momenten te weinig capaciteit is in het elektriciteitsnet om de opgewekte stroom te kunnen transporteren.

Participatie en lokaal eigendom

Voor het draagvlak voor zon-PV is participatie in zonprojecten en het financieel kunnen profiteren van de opbrengst van belang. In 2022 was het aandeel lokaal eigendom van zonneparken ongeveer 20%. Het gerealiseerd vermogen door energiecoöperaties schommelt de afgelopen vijf jaar rond de 50 MWp per jaar. In 2023 was het gerealiseerd vermogen 43 MWp. Op bedrijven en woningen worden vooral kleinschalige en middelgrote zoninstallaties gerealiseerd. In de meeste gevallen wordt dan geprofiteerd van de salderingsregeling.

Circulariteit

In de toekomst, vooral vanaf 2033, zal er een groeiend aantal zonnepanelen het einde van hun levensduur bereiken. Nederland heeft als doel om in 2050 een volledig circulaire economie te hebben. Het is mede daarom van belang dat de panelen op een duurzame manier worden geproduceerd, verzameld en verwerkt. Op dit moment wordt al het zon-PV afval mechanisch versnipperd en gebruikt als basislaag voor wegen. Andere vormen van verwerking waarbij meer materialen worden teruggewonnen zijn nog in de pilot-fase.

Regionale ontwikkelingen

We zien in 2023 regionale verschillen bij de realisatie van zon-PV in Nederland. In 2023 werd in de provincie Gelderland het grootste vermogen met SDE++ gerealiseerd, waaronder ook het grootste zonnepark dat in Nederland in 2023 in gebruik werd genomen. Zuid-Holland was in 2023 de provincie met meeste gebouwgebonden zon-PV realisatie, waaronder een project met vermogen van 9 MWp. Noord-Holland realiseerde met 91% het hoogste percentage gebouwgebonden zon-PV en laagste percentage niet-gebouwgebonden zon-PV. In de provincie Flevoland werd het laagste percentage (9%) gebouwgebonden systemen gerealiseerd.

Inleiding

Introductie

Dit rapport geeft inzicht in de feitelijke stand van zaken met betrekking tot de realisatie van zon-PV op peildatum 31 december 2023. 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. Het gaat daarbij om informatie over technische, economische, ruimtelijke, milieu en sociale aspecten van hernieuwbare elektriciteitsproductie met zonnepanelen.

De monitor geeft een beeld van de ontwikkeling en voortgang van de realisatie van zonprojecten. We rapporteren de voortgang in geïnstalleerd vermogen en niet in geproduceerde zonnestroom, omdat hiermee de trend beter zichtbaar is. De geproduceerde zonnestroom per eenheid vermogen (kWp) wordt namelijk beïnvloed door meerdere factoren:

- variaties in de zoninstraling per jaar;
- veranderingen 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 een zon-PV systemen zichzelf uitschakelen.

We hebben, in overleg met de het Ministerie van KGG (Klimaat en Groene Groei) als opdrachtgever, ervoor gekozen om in deze rapportage dieper in te gaan op het onderwerp circulariteit en afvalverwerking (H3.3) en de effecten van de prijsvorming op de elektriciteitsmarkten op de businesscase (H2.4 en 2.5). In samenwerking met een klankbordgroep bestaande uit een brede groep stakeholders en experts vanuit de markt en overheid is deze monitor opgesteld.

Doelstellingen

Het belangrijkste doel van het Klimaatakkoord is de CO₂-uitstoot in 2030 met 49% te verminderen vergeleken met 1990. Onderdeel van de algemene 49%-reductiedoelstelling is het opschalen van de elektriciteitsproductie uit hernieuwbare bronnen tot 84 TWh, op te splitsen in 49 TWh wind op zee en 35 TWh hernieuwbaar op land bestaande uit wind op land en grootschalige zon-PV (≥ 15 kWp). Voor de realisatie van de 35 TWh wind op land én zonne-energie is gekozen voor een regionale aanpak. 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 de marktwaarde van de geproduceerde elektriciteit. Daarvoor is een kostenreductiepad opgesteld dat het uitgangspunt vormt voor de SDE.

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 circa 60% hernieuwbare elektriciteit in 2030. Ook is afgesproken dat de hoeveelheid hernieuwbare elektriciteit op land en op zee moet toenemen van 84 TWh naar 120 TWh. In het Hoofdlijnenakkoord van 2024 geven de coalitiepartijen aan dat ze zich aan de bestaande afspraken houden en dat, alleen wanneer de doelen niet gehaald worden, er alternatief beleid komt.

Ontwikkelpad nationaal energiesysteem

Voor de lange termijn doelen en strategie voor het realiseren van het toekomstige energiesysteem, heeft het kabinet een Nationaal Plan Energiesysteem¹ (NPE) opgesteld in december 2023. Hierin staan vier pijlers, waaronder de pijler elektriciteit. Het kabinet wil maximaal inzetten op het aanbod van hernieuwbare energie om te kunnen voorzien in elektriciteitsvraag die verwacht wordt te verviervoudigen in 2050. Vanuit het NPE speelt zon-PV hierin een belangrijke rol met een indicatief geschat gerealiseerd vermogen van 172 GW in 2050. Dit komt overeen met een verzevenvoudiging van het gerealiseerd vermogen in 2023.

¹ Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. (2023). Nationaal Plan Energiesysteem. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/12/01/nationaal-plan-energiesysteem>

Beleidsontwikkelingen in 2023

- Vanaf januari 2023 geldt dat voor de aankoop van zonnepanelen op of bij woningen geen btw meer gerekend hoeft te worden.
- In 2023 heeft het kabinet een wetsvoorstel ingediend om de salderingsregeling vanaf 2025 tot 2031 stap voor stap af te bouwen naar 0%. De Eerste Kamer heeft begin 2024 tegen dit wetsvoorstel gestemd, waardoor de salderingsregeling vooralsnog blijft bestaan.
- Voor de ruimtelijke inpassing van zon-PV is in de Nationale Omgevingsvisie (NOVI) een zogenoemde Voorkeursvolgorde Zon opgenomen. Het Rijk, provincies (IPO), gemeenten (VNG), waterschappen (UvW) en NetbeheerNederland (NBNL) hebben in najaar 2023 afspraken gemaakt over de aanscherping van de voorkeursvolgorde zon.
- Per 1 juli 2023 is de Erkende Maatregelenlijst van de energiebesparingsplicht uitgebreid met het plaatsen van zon-PV op grote daken van bedrijfs- en utiliteitsgebouwen, als deze geschikt zijn voor zon-PV. Op deze lijst staan de verplichte maatregelen die zich binnen vijf jaar terugverdienen en gelden voor bedrijven en instellingen die jaarlijks vanaf 50.000 kWh en/of 25.000 m³ aardgasequivalenten gebruiken.
- Sinds 2023 is energielabel C of hoger verplicht voor kantoorgebouwen. Zon-PV draagt bij aan het verlagen van het netto energieverbruik en daarmee beter energielabel.
- In 2023 is er vanuit de overheid meer aandacht voor verantwoorde en maatschappelijke energietransitie. Op 6 maart 2023 is met 34 organisaties uit de hernieuwbare energiesector het IMVO-convenant ondertekend en in mei 2023 kwam de overheid met een kabinetsvisie op meer burgerparticipatie bij de energietransitie.
- Vanaf 1 juli 2023 is de verplichte afvalbeheerbijdrage voor zonnepanelen verhoogd naar 4 cent/kg. Dit leidt ertoe dat Stichting OPEN een meer realistisch fonds op kan bouwen om voor te bereiden op grootschalige recycling van zon-PV wanneer deze in grotere hoeveelheden verwijderd worden.
- 2023 is het laatste jaar dat zakelijke kleinverbruikers nog gebruik kunnen maken van de investeringssubsidie ISDE-regeling voor de aanschaf van zonnepanelen.
- In de SCE-en SDE++-regelingen zijn voorwaarden opgenomen om, ondanks netcongestie, meer zonprojecten te kunnen realiseren in de toekomst. Zonprojecten met een beschikking van een regeling uit het jaar 2023 mogen de netaansluiting voor teruglevering van de productie niet groter laten zijn dan maximaal 50% van het te installeren piekvermogen van de zon-installatie.
- De Europese richtlijn Energieprestatie voor gebouwen (EPBD) is in 2023 aangescherpt om de energie-efficiëntie van gebouwen te verbeteren en het energieverbruik te laten dalen. De installatie van zonne-energiesystemen op daken wordt de standaard voor nieuwe gebouwen. De EPBD schrijft ook voor wanneer bestaande gebouwen een zonne-energie-installatie moeten installeren.
- In 2023 heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) 2023-2030 uitgebracht. Met de maatregelen beschreven in het NPCE, zo ook voor zonne-energie, wordt toegewerkt naar het behalen van het doel om in 2050 circulair te zijn.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 beschrijven we de stand van zaken en de ontwikkeling van de Nederlandse zon-PV markt. We besteden daarbij in het bijzonder aandacht aan de bijdrage van de SDE aan de realisatie van zon-PV. Ook blikken we in dit hoofdstuk vooruit door een prognose te geven van de verwachte realisatie op de korte termijn. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van ontwikkelingen in de kostprijs van PV-systemen en businesscases. We gaan in op de ontwikkeling van de basisbedragen in de SDE die gebaseerd zijn op verwachte kostprijsontwikkelingen. Bijzondere aandacht besteden we aan de invloed van (negatieve) elektriciteitsprijzen. Hoofdstuk 3 beschrijft diverse kenmerken van de zon-PV markt in Nederland. Marktkansen op basis van nog beschikbaar dakpotentieel, knelpunten en maatregelen komen daarbij aan bod en bijzondere aandacht voor circulariteit en afvalverwerking. In hoofdstuk 4 behandelen we onderwerpen die raken aan het onderwerp draagvlak. We gaan in op participatie, lokaal eigendom, en de bijdrage van lokale energiecoöperaties. In hoofdstuk 5 gaan we in op regionale ontwikkelingen. Op provinciaal niveau gaan we in op realisatie en pijplijn van zon-PV-projecten. Op het niveau van de RES-regio's laten we zien hoeveel vermogen zon-PV is gerealiseerd. Meer gegevens over zon-PV op het niveau van provincies, RES-regio en gemeenten zijn te vinden in de Regionale Klimaatmonitor².

² <https://klimaatmonitor.databank.nl/dashboard/dashboard/regionale-factsheet-zon-pv>

Veel gebruikte afkortingen en definities

Veel gebruikte afkortingen en definities lichten we in de tabel hieronder toe. Voor de definities en de wijze van rekenen sluiten we zo veel mogelijk aan bij het Begrippenkader RES. We wijken van het begrippenkader RES af in de bepaling van de realisatie prognose (H1.5 en bijlage).

Zon-PV	Zonnepanelen of zonnestroom-installaties die met zonlicht elektriciteit produceren. PV is een Engelse afkorting voor fotovoltaïc ofwel fotovoltaïsche zonne-energie.
Kleinschalige zon-PV	Zon-PV systeem met een vermogen kleiner dan 15 kWp.
Grootschalige zon-PV	Zon-PV systeem met een vermogen groter dan of gelijk aan 15 kWp.
Kleinverbruiker (KV)	Afnemer met een aansluiting die kleiner of gelijk is aan 3x80A.
Grootverbruiker (GV)	Afnemer met een aansluiting die groter is dan 3x80A.
Gebouwgebonden	Alle zontoeepassingen 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.
Niet-gebouwgebonden	Alle zontoeepassingen 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.
SDE	Subsidie stimulerende Duurzame Energieproductie en klimaattransitie. Regeling voor stimulerende 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.
Salderingsregeling	Stimuleringsregeling gericht op zon-PV systemen aangesloten op het elektriciteitsnet via een kleinverbruik aansluiting. Dit betreft vooral kleinschalig zon.
EIA	Energie-Investeringsaftrek. Fiscaal voordeel aanvullend op salderingsregeling voor ondernemers met zon projecten groter dan 15 kWp.
ISDE	Met de Investeringsubsidie duurzame energie en energiebesparing (ISDE) kon u als rechtspersoon uw gebouw verduurzamen met een zonnepanelenproject. Dit is een subsidie voor kleinverbruikers met een jaarverbruik van boven de 50.000 kWh. De subsidie voor zonnepanelen liep tot eind 2023.
Postcoderoosregeling	De postcoderoosregeling is een andere naam voor de <i>Regeling verlaagd tarief voor collectieve opwek van de Wet belasting milieugrondslag</i> . De regeling stond tot april 2021 open voor burgerinitiatieven die in coöperatief verband investeren in een zonnedak, zonnepark of een kleine windturbine in de buurt. De deelnemers komen gedurende 15 jaar in aanmerking voor korting op hun energiebelasting.
SCE	Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking. Deze regeling is de opvolger voor de Regeling verlaagd tarief voor energie-coöperaties en VvE's (Verenigingen van Eigenaren).
MWp	Megawatt-piek: eenheid van vermogen. 1 MWp is 1.000 kWp of 0,001 GWp
TWh	Terawattuur (TWh). Eenheid van elektriciteitsproductie. Met 1.000 vollasturen produceert 1 MWp zonvermogen ongeveer 1 TWh elektriciteit per jaar. In deze rapportage gebruiken we in de omrekening naar TWh: 700 vollasturen voor installaties t/m 2011, 875 vollasturen voor installaties uit periode 2012 tot 2020 en vollasturen vastgesteld in het begrippenkader RES voor de nieuwere installaties operationeel vanaf 2020.
Pijplijn SDE	Voorraad van nog niet gerealiseerd projectvermogen met een subsidietoekenning. Kleinschalig zon kent geen pijplijn, omdat vooraf geen subsidies worden verleend.
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.
Netcongestie	Als de vraag naar transportcapaciteit (zowel afname als invoeding) groter is dan de capaciteit van het net is er sprake van netcongestie.
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.
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.

Balansdiensten verlener	Een balansdienstenverlener (balance service provider/ BSP) is een partij die door netbeheerder TenneT kan worden ingeschakeld om ondersteuning te geven bij het herstellen van onbalans tussen vraag en aanbod op het elektriciteitsnet. BSP's kunnen balanceringsproducten aanbieden aan TenneT via verschillende systemen/ marktplatforms.
Capaciteits Beperkend Contract (CBC)	Een CBC biedt bedrijven de mogelijkheid om hun elektriciteitsverbruik of -levering flexibel aan te passen op basis van de beschikbare capaciteit.
Ministerie van KGG	Ministerie van Klimaat en Groene Groei
NPCE	Nationaal Programma Circulaire Economie

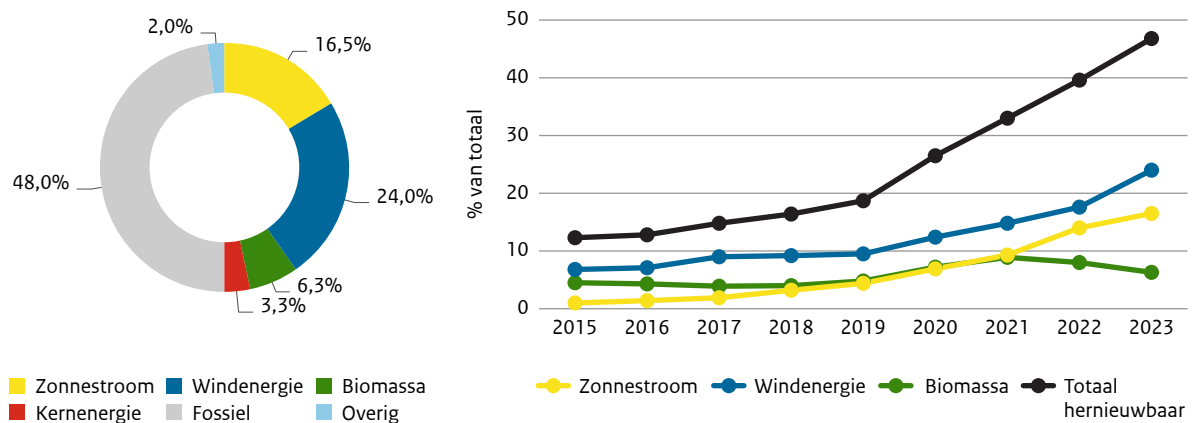
1 Ontwikkeling geïnstalleerd zon-PV in Nederland

In dit hoofdstuk wordt de ontwikkeling van geïnstalleerd zon-PV vermogen onder de loep genomen. Hierbij wordt zowel terug als vooruit gekeken met een focus op de SDE-regeling.

1.1 Context zon-PV in nationaal beleid en elektriciteitsmix

Om de klimaat en-energie doelen te halen zet het kabinet in op drie hernieuwbare energiebronnen: 1) zon, 2) wind en 3) biomassa. Op dit moment komt 46,9% van de totale elektriciteitsbehoefte uit hernieuwbare bronnen (zie figuur 1). Dit komt met name door de sterke groei van zonnestroom en windenergie, terwijl het totale elektriciteitsverbruik het afgelopen decennium ongeveer gelijk is gebleven. Zonnestroom groeit relatief het snelst. In 2017 bedroeg het aandeel nog 1,9% en in 2023 16,5%. Zon-PV is na windenergie de grootste duurzame energiebron in 2023 met een totaal opgewekt vermogen van 20,0 TWh.

Figuur 1: Links) elektriciteitsmix in Nederland voor 2023 en rechts) ontwikkeling van hernieuwbare energiebronnen in Nederland ten opzichte van de totale elektriciteitsproductie.



Bron: CBS (voorlopige cijfers juli 2024)

Tabel 1: Elektriciteitsproductie per energiebron in 2023.

Energiebron	Elektriciteitsproductie in 2023 (TWh)
Totaal	121,4
Zonnestroom	20,0
Windenergie	29,2
Kernenergie	7,6
Biomassa	4,0
Fossiele brandstoffen	58,2
Overig	2,4

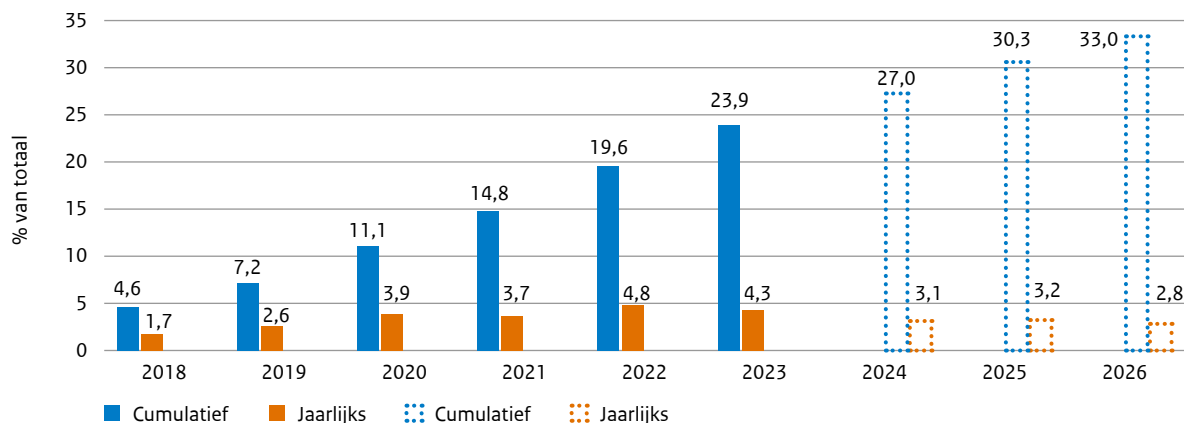
Bron: CBS (voorlopige cijfers juli 2024)

1.2 Ontwikkeling totaal geïnstalleerd zon-PV vermogen

In figuur 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 is in de afgelopen jaren vervijfvoudigd van 4,6 GWp in 2018 naar 23,9 GWp in 2023 (zie ook tabel 2). De jaarlijkse groei is lineair met een gemiddelde groei van 3,5 GWp met de sterkste jaarlijkse groei in 2022 en 2023.

We verwachten nog steeds een groei van geïnstalleerd zon-PV vermogen, maar de jaarlijkse groei zwakt af naar gemiddeld 3,0 GWp per jaar. Hiermee verwacht RVO een cumulatief geïnstalleerd vermogen van 33,0 GWp in 2026. Om de richtwaardes van het ontwikkelpad van het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) van 59,3 GWp te halen is een jaarlijkse groei van 5,1 GWp nodig vanaf 2023.

Figuur 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 2 is weergegeven hoe het vermogen van zon-PV en de zonnestroomproductie de afgelopen zeven jaren is toegenomen. Tabel 2 laat ook het aandeel van zonnestroom in de totale elektriciteitsproductie zien.

Tabel 2: Ontwikkeling van zon-PV in de nationale elektriciteitsproductie.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Opgesteld cumulatief zon-PV vermogen (MWp)	2.911	4.609	7.226	11.108	14.823	19.600	23.943
Zonnestroomproductie (GWh)	2.204	3.708	5.399	8.567	11.304	17.079	19.993
Bruto elektriciteitsproductie (GWh)	117.168	114.380	121.411	123.278	121.967	121.810	121.413
Aandeel zonnestroomproductie t.o.v. bruto elektriciteitsproductie	1,9%	3,2%	4,4%	6,9%	9,3%	14,0%	16,5%

Bron: CBS (voorlopige cijfers juli 2024)

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 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.

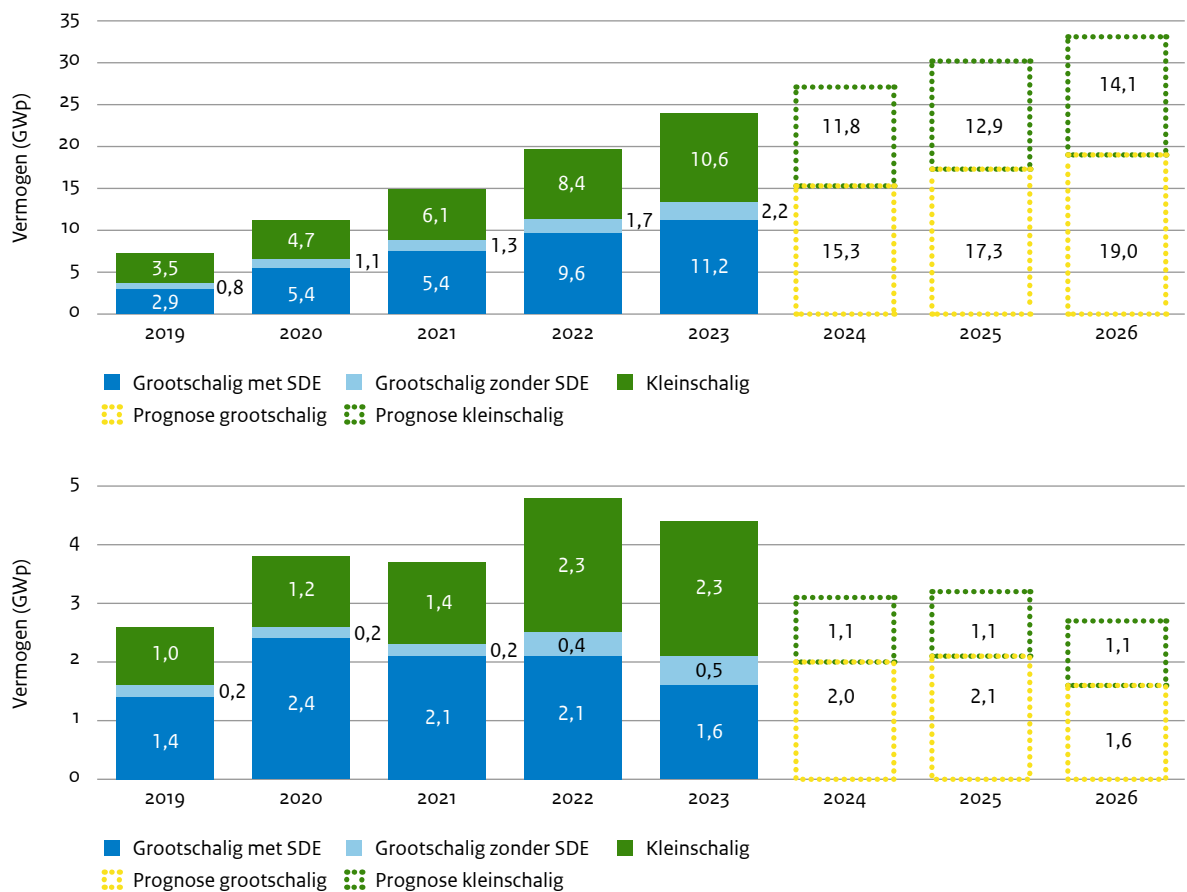
Grootschalig zon-PV met SDE zijn SDE-projecten vanaf 15 kWp aangesloten op een grootverbruikaansluiting. Grootschalig zonder SDE is het marktsegment van projecten vanaf 15 kWp, maar aangesloten op een kleinverbruikaansluiting. Kleinschalig zon is het marktsegment waarin zonprojecten op particuliere woningen vallen. Er is gekozen om grootschalig op te splitsen vanwege de beschikbaarheid van SDE data en de belangrijke rol die de regeling speelt in realisatie van grootschalig zon-PV.

Andere regelingen spelen ook een rol in de realisatie van grootschalig zon-PV, maar deze zijn veel kleiner. In paragraaf 1.5 wordt hier aandacht aan besteed. Voor de prognose is er alleen onderscheid gemaakt tussen klein- en grootschalig vanwege de beschikbaarheid van data.

Huidige groei en marktontwikkelingen

In het figuur zien we dat zowel grootschalig als kleinschalig een belangrijke rol spelen in de groei van geïnstalleerd zon-PV vermogen. De jaarlijkse groei van grootschalig gerealiseerd zon-PV is gedaald van gemiddeld 2,5 GWp in de periode 2020 t/m 2022 naar 2,1 GWp in 2023. Kleinschalig gerealiseerd zon-PV is daarentegen gelijk gebleven t.o.v. vorig jaar met 2,3 GWp. Het jaarlijks geïnstalleerd vermogen door kleinschalig zon-PV is daarmee sinds 2018 voor het eerst groter dan het jaarlijks geïnstalleerd vermogen door grootschalig zon-PV. De jaarlijkse groei van kleinschalig zon is de afgelopen twee jaar bijna verdubbeld t.o.v. de periode 2019 t/m 2021 met 1,2 GWp per jaar.

Figuur 3: Jaarlijks (onder) en cumulatief (boven) geïnstalleerd vermogen (GWp) voor verschillende marktsegmenten.



Bron: CBS en RVO

De ontwikkeling van de groot- en kleinschalig geïnstalleerd zon-PV heeft te maken met de marktontwikkelingen beschreven in de bulletpoints hieronder. De marktssignalen voor 2023 waren gemengd van aard voor de zonmarkt. Zo profiteerde met name de kleinschalige zon-PV sector in het eerste halfjaar van 2023 nog van de forse installatievraag die was ontstaan in 2022 als gevolg van de hoge elektriciteitsprijzen in de residentiële sector. Dat effect werkte nog door in de eerste helft van 2023. In het tweede deel van 2023 daalden elektriciteitsprijzen net zoals de vraag naar realisatie van zon-PV projecten. Wel veranderen de omstandigheden waarin grootschalige zon-PV projecten gerealiseerd moeten worden. Vaker is sprake van extra kosten voor bijvoorbeeld netaansluiting, dak versterking of asbestverwijdering bij zon op daken of kosten van landschappelijke inpassing en biodiversiteit bij veldopstellingen.

Marktontwikkelingen 2023:

- Binnen de zonsector is een groei van bedrijven die zich naast zon-PV installatie ook toeleggen op de verkoop en installatie van energiemanagementsystemen (voor schakelen van installaties) en opslagsystemen voor een completer kleinschalig energiesysteem.
- Prijzen voor modules, materialen en transport daalden in 2023 t.o.v. 2022.
- Enkele jaren geleden is door de verzekeringsbranche de scope 12 keuring voor zon-PV installaties geïntroduceerd voor een verplichte check op de brand- en elektrische veiligheid vanaf vijftig zonnepanelen. Na een introductieperiode geldt voor veel eigenaren van zon-installaties dat zij aan 2023 aan de keuringsplicht moesten voldoen. Met kosten tussen de 600 en 1200 euro drukt dit op de businesscase.
- Hoge energieprijzen in 2022 zorgden voor zoveel vraag naar zon-PV dat sector tot medio 2023 nodig had dit te kunnen realiseren.
- In de elektriciteitsmarkt en businesscases gerealiseerde pv projecten wordt effect van overproductie door zon - met als gevolg meer uren met negatieve prijzen en meer onbalans –zichtbaarder. In hoofdstuk 2 gaan we hier uitgebreider op in.
- Extra benodigde tijd voor vergunningverlening bij gemeente vanwege de nieuwe Omgevingswet en discussie over aanscherping voorkeursvolgorde zon.
- Toenemende netcongestieproblematiek zorgt vaker voor niet (meer) toereikende teruglevercapaciteit, zie paragraaf 3.3.

Prognose opgesteld zon-PV vermogen

De komende jaren verwacht RVO dat de jaarlijkse groei van grootschalig zon-PV licht stijgt of gelijk blijft aan gemiddeld niveau van afgelopen jaren. En dat de jaarlijkse groei van kleinschalig zon-PV terugvalt naar de groei als in de periode 2020-2021. Voor grootschalig zon-PV wordt een groei verwacht doordat 1) in de laatste drie SDE-rondes de realisatiegraad hoger lag dan voorheen was verwacht. En 2) RVO verwacht dat die trend zich ook komende periode doorzet. De grotere niet-gebouwgebonden projecten die nu reeds in de pijplijn zitten hoeven niet (volledig) te voldoen aan de zwaardere eisen die gaan gelden voor nieuwere projecten, zoals meervoudig ruimtegebruik, ecologische inpasbaarheid en participatie (zie ook hierboven en in inleiding benoemde beleidsontwikkelingen). Daarom is de inschatting van RVO dat ontwikkelaars belang hebben bij het realiseren van de projecten die nu in de pijplijn zitten en al een vergunning, SDE-beschikking en vaak ook gecontracteerde transportcapaciteit “op zak” hebben.

Voor kleinschalig geïnstalleerd zon-PV verwacht RVO dat het jaarlijks gerealiseerd vermogen terugvalt naar het niveau van 2020-2021 doordat de prikkel van hoge elektriciteitsprijzen uit 2022 weg is.

Om nog beter te begrijpen hoe deze prognoses tot stand zijn gekomen, wordt in de volgende paragrafen ingezoomd op de belangrijkste regeling voor de stimulering van grootschalig zon-PV, de SDE-regeling. Om de verwachte realisatie van de SDE-regeling te begrijpen, zoomen we in de volgende paragraaf eerst in op de huidige stand van zaken.

1.4 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 huidige ontwikkeling van grootschalige zon-PV projecten. 47% van het totaal opgesteld vermogen en 84% van het grootschalig opgesteld vermogen is gerealiseerd met behulp van SDE-subsidie tot en met 2023. In tabel 3 is te zien dat de SDE-regeling in 2020 en 2021 zelfs bijdroeg aan 91% van het grootschalig opgesteld vermogen. De laatste twee jaar zien we een daling. Mogelijk worden er als gevolg netcongestie meer grootschalige systemen op een kleinverbruiks aansluiting gerealiseerd waarbij geen gebruik gemaakt kan worden van de SDE-regeling.

In 2023 werd 36% van het totale opgestelde zon-PV vermogen gerealiseerd met SDE subsidie. Sinds 2020 zien we een dalende trend van dit aandeel. Dit komt door de toenemende realisatie van kleinschalig zon-PV en dalende realisatie van zon-PV met SDE-subsidie.

Tabel 3: Gerealiseerd SDE vermogen en aandeel SDE.

	2019	2020	2021	2022	2023
Gerealiseerd SDE vermogen (MWp)	1424	2438	2122	2080	1572
Aandeel SDE t.o.v. totale jaarlijkse grootschalige zon-PV realisatie	88%	91%	91%	83%	76%
Aandeel SDE t.o.v. totale jaarlijkse zon-PV realisatie	54%	63%	57%	44%	36%

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 staat bijna geheel uit gebouwgebonden³ projecten zoals te zien in tabel 4. Deze groep vormt in aantal projecten de grootste categorie in de SDE. In vermogen is de omvang ongeveer gelijk aan het geïnstalleerd vermogen niet-gebouwgebonden ≥ 1 MWp (zie tabel 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 4: Cumulatief geïnstalleerd SDE vermogen per categorie (MWp).

	Gerealiseerd tot en met 2019	Gerealiseerd tot en met 2020	Gerealiseerd tot en met 2021	Gerealiseerd tot en met 2022	Gerealiseerd tot en met 2023
Tussen 15kWp en 1MWp	5.776 (waarvan 96% op dak)	8.436 (waarvan 97% op dak)	9.634 (waarvan 97% op dak)	10.116 (waarvan 97% op dak)	10.447 (waarvan 97% op dak)
Gebouwgebonden (>1MWp)	3.120	4.880	5.672	6.257	7.461
Niet-gebouwgebonden (>1MWp)	4.876	7.247	8.978	9.832	11.426

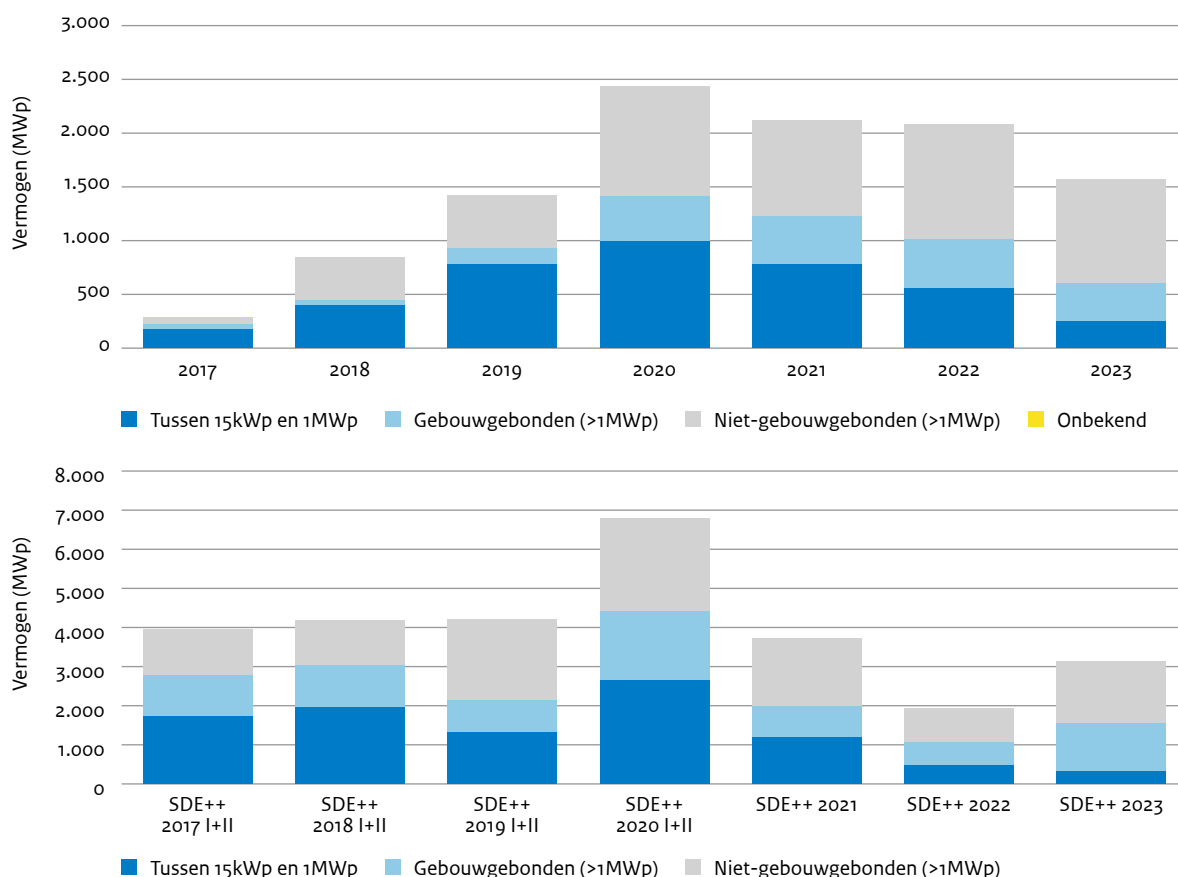
Bron: RVO

In figuur zien 4 zien we het jaarlijks opgesteld vermogen met behulp van SDE-subsidie voor 2017 t/m 2023. Het jaarlijks opgesteld vermogen steeg tot en met 2020 naar 2438 MWp. De afgelopen jaren bleef het jaarlijks gerealiseerd vermogen niet-gebouwgebonden > 1 MW ongeveer gelijk, maar daalde het jaarlijks gerealiseerd vermogen bij projecten tot 1 MWp tot 250 MWp in 2023. We zien daarvoor twee oorzaken. In de eerste plaats zijn daken moeilijker geschikt te maken voor zon-PV. In de tweede plaats speelt het verkorten van de realisatietermijn voor gebouwgebonden projecten kleiner dan 1 MW een rol. Vanaf 2020 zijn veel projecten < 1 MW vrijgevallen.

In het onderste paneel van figuur 4 zien we het jaarlijks beschikbaar vermogen van de SDE-regeling. Dit is het totale vermogen van projecten waarbij SDE subsidie is toegekend. Het beschikbaar vermogen wordt in de jaren hierop gerealiseerd, waarbij de realisatietermijn per categorie verschilt zoals uitgelegd hierboven. Het beschikbaar vermogen geeft dus een indicatie van het gerealiseerd vermogen van de jaren erna. In de periode t/m 2020 was het jaarlijks beschikbaar vermogen boven de 4.000 MWp met als maximum 7.043 MWp in 2020. Hierna daalde het jaarlijks beschikbaar vermogen met als minimum 1.913 MWp in 2022. In 2023 zien we een groei naar 3.128 MWp.

³ Zie de begrippenlijst in de inleiding voor een definitie van gebouwgebonden projecten.

Figuur 4: Boven) ontwikkeling van het jaarlijks gerealiseerd zon-PV vermogen voor de verschillende SDE categorieën. Onder) Jaarlijks beschikbaar vermogen van de SDE subsidie.



Bron: RVO

Tabel 5: Jaarlijks gerealiseerd zon-PV vermogen per categorie.

	Tussen 15kWp en 1MWp	Gebouwdgebonden (>1MWp)	Niet-gebouwdgebonden (>1MWp)
2017	171	51	60
2018	398	51	395
2019	779	150	495
2020	989	423	1026
2021	779	446	898
2022	552	462	1065
2023	250	355	967

Bron: RVO

Vrijval binnen de SDE

Binnen en buiten de SDE zien we dat er ook veel projectinitiatieven in de markt zijn die uiteindelijk niet tot realisatie leiden. De belangrijkste oorzaken zijn problemen met de dakconstructie, de businesscase en netcongestie. Een deel van het niet-gerealiseerd vermogen is zichtbaar in de vorm van vrijval van SDE-toekenningen. De SDE geeft met data van ingediende aanvragen en afgegeven SDE-beschikkingen (de SDE-pijplijn), zicht op mogelijk nog te realiseren SDE-vermogen en daarmee te verwachten marktgroei in de nabije toekomst. Het deel van de pijplijn dat niet-gerealiseerd wordt noemen we vrijval. Daarom is het beschikbaar vermogen in figuur 4 beduidend hoger dan het daadwerkelijk gerealiseerd vermogen.

In 2023 is er 1.650 MWp aan vermogen vrijgevallen in de SDE, door niet-realisatie of gedeeltelijke realisatie. Projecten die meer dan 90% van het oorspronkelijke vermogen, waar in de beschikking rekening gehouden werd, hebben gerealiseerd, rekenen we niet tot de vrijval. Na de uitschieter in 2022 waarin er sprake was van veel vrijval, zat in 2023 de vrijval op hetzelfde niveau als in 2020 en 2021. De vrijval in 2023 bestond bijna geheel (94%) uit projecten die in zijn geheel niet meer tot realisatie komen. Het grootste deel van het vrijgevallen vermogen (58%) is het gevolg van gebouwgebonden projecten groter dan 1 MWp die niet meer gerealiseerd worden. In de categorie niet gebouwgebonden projecten is 360 MWp vrijgevallen waaronder één project van meer dan 130 MWp.

Tabel 6: Vrijval in 2023 per categorie.

	Vrijval in MWp	Verdeling per categorie
Tussen 15 kWp en 1 MWp	338	20%
>1 MWp gebouwgebonden	959	58%
> 1 MWp Niet-gebouwgebonden	360	22%

Bron: RVO

1.5 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

In tabel 7 staat de jaarlijkse ontwikkeling van de pijplijn op basis van de jaarlijkse realisatie, vrijval en nieuwe beschikkingen voor SDE. Tot en met 2021 groeide de pijplijn, hierna daalde de pijplijn tot circa 8000 MWp in 2022. De SDE pijplijn is in 2023 ongeveer gelijk gebleven t.o.v. afgelopen jaar met circa 8.000 MWp. Het nieuwe beschikte vermogen in 2023 was ongeveer even groot als de vrijval en realisatie van projecten.

Tabel 7: Marktontwikkeling met de SDE+(+) (MWp).

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
A) Jaarlijks gerealiseerd met SDE+(+)	288	844	1.424	2.438	2.122	2.080	1.572
B) Jaarlijks vrijgevallen SDE+(+) vermogen	99	422	1.025	1.662	1.591	2.880	1.650
C) Jaarlijks nieuw beschikt SDE+(+)vermogen	3.954	4.191	4.210	6.790	3.721	1.921	3.128
D) Jaarlijkse toename SDE-pijplijn {D = C – B – A}* {D = 3.954 – 99 – 288 = 3.567}	3.567	2.925	1.761	2.691	7	-3.038	-94

* Projecten die meer dan 90% realiseren maar minder dan oorspronkelijk beschikt worden in deze berekening niet meegerekend als vrijval

Bron: RVO

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 2023 was het beschikt vermogen 3.128 MWp en RVO verwacht een lager beschikt vermogen de komende jaren met een dalende trend richting 2026. Dit is gebaseerd op data analyse, marktontwikkelingen en expert-judgement.

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 t.o.v. het (verwacht) beschikbaar vermogen. De inschatting van het realisatiepercentage is gebaseerd op de resultaten van vorige SDE rondes, marktontwikkelingen en expert-judgement. Per categorie is hiervoor een onderscheid gemaakt:

- SDE projecten < 1 MWp gebouwgebonden met realisatiepercentage van 35%
 - Vorig jaar 35%
- SDE projecten > 1 MWp gebouwgebonden met realisatiepercentage van 35%
 - Vorig jaar 40%
- SDE projecten > 1 MWp niet-gebouwgebonden met realisatiepercentage van 80%
 - Vorig jaar 90%

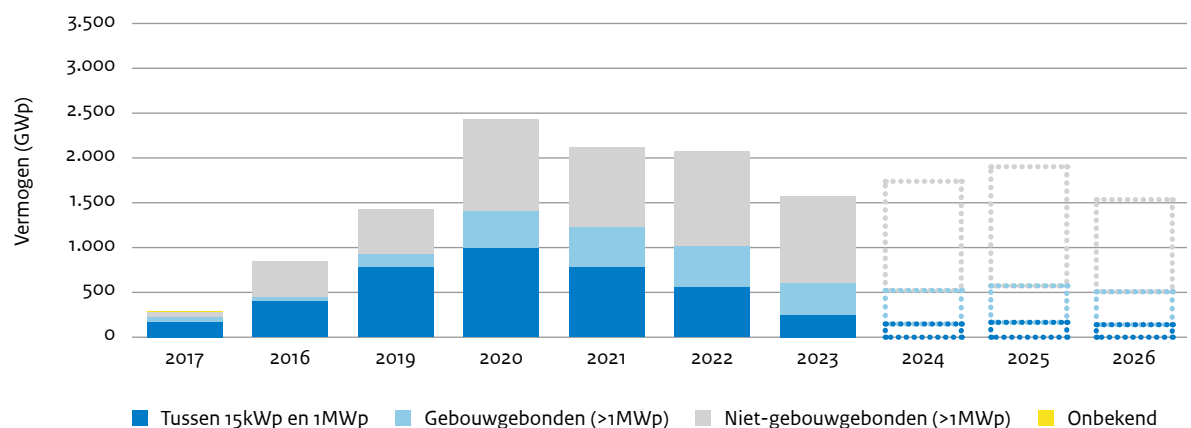
Ten opzichte van vorig jaar zijn de percentages van de categorieën > 1 MWp bijgesteld door de informatie van de SDE ronde van afgelopen jaar. Zo bleek de laatste jaren het realisatiepercentage van de categorie > 1 MWp gebouwgebonden projecten te dalen terwijl voor de categorie > 1 MWp niet-gebouwgebonden het percentage steeg. Overigens wijken de gehanteerde realisatiegraden af van de gekozen realisatiegraden in het begrippenkader RES, omdat we voor de prognose gebruik willen maken van de meeste recente inzichten in de verwachte realisatie.

Ten slotte speelt ook de termijn waarbinnen projecten tot realisatie komen een rol voor de bepaling van het verwacht gerealiseerd vermogen. Ten opzichte van het afgelopen jaar blijkt uit recente SDE data dat projecten eerder gerealiseerd zijn dan voorheen werd aangenomen. Deze wijzigingen zijn doorgevoerd zoals aangegeven in bijlage 1.

In figuur 5 zien we de ontwikkeling van het gerealiseerd vermogen en het verwachte gerealiseerde vermogen voor 2024 t/m 2026 voor de SDE-regeling. T.o.v. 2023 verwachten we de komende jaren een stijging in het gerealiseerd vermogen tot ongeveer 1.900 MWp. Waarbij verwacht wordt dat de categorie > 1 MWp Niet-gebouwgebonden zorgt voor ongeveer tweederde van het totale gerealiseerd vermogen. Zoals ook aangegeven in H1.3 komt de stijging met name door de hogere realisatiegraad voor de categorie > 1 MWp niet-gebouwgebonden SDE projecten in de komende jaren.

Vanaf 2026 verwachten we een daling van het gerealiseerd vermogen. Belangrijkste reden hiervoor is de daling van het verwachte beschikbaar vermogen van de categorie > 1 MWp niet-gebouwgebonden SDE projecten.

Figuur: 5: Realisatie van zon-PV vermogen met behulp van de SDE-regeling van 2017 t/m 2023 voor verschillende categorieën. En voor 2024 t/m 2026 het verwachte gerealiseerde vermogen aangegeven met gearceerde stippellijn per categorie.



Bron: RVO

1.6 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 2023 is 1.572 MWp vermogen zon-PV met de SDE gerealiseerd. 2.771 MWp werd zonder de ondersteuning vanuit de SDE gerealiseerd. Naast de SDE zijn er diverse andere regelingen die de realisatie van zon-PV stimuleren, zoals de EIA, SCE, ISDE en de BOSA. Vanuit deze regelingen werd de realisatie ondersteund van in totaal 513 MWp geschat vermogen. Met uitzondering van de SCE is de stimulering vanuit deze regelingen meestal een aanvulling op de salderingsregeling. In tabel 8 is een schatting opgenomen van de bijdrage van de verschillende regelingen.

Tabel 8: Realisatie andere regelingen dan SDE in 2023.

Regeling	Belangrijkste kenmerken	Geschat vermogen ⁴
Salderingsregeling	Kleinverbruikers verlagen hun energierekening doordat jaarlijks opwek (in kWh) in mindering wordt gebracht op de af te rekenen afname (in kWh)	2,3 GWp kleinschalig en circa 0,5 GWp grootschalig
EIA (Energie-investeringsaftrek)	Ondernemers hebben belastingvoordeel door de investering af te trekken van de fiscale winst.	408 MWp
SCE (Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking)	De SCE is een exploitatiesubsidie voor energiecoöperatie of vereniging van eigenaars (VvE).	43 MWp
ISDE (Investeringsubsidie duurzame energie en energiebesparing)	Zakelijke gebruikers kunnen gebruik maken van de ISDE voor de aanschaf van zonnepanelen.	32 MWp
BOSA (stimulering bouw en onderhoud sportaccommodaties)	Amateursportorganisaties kunnen ook voor de aanschaf van zonnepanelen gebruik maken van deze regeling	30 MWp

Bron: RVO, DUS-I

Particuliere woningeigenaren maken gebruik van de salderingsregeling. In 2023 werd 2.272 MWp vermogen geplaatst met kleinschalige zon-PV-systemen (kleiner dan 15 MWp). Deze kleinschalige systemen worden vooral door particuliere woningeigenaren en kleine bedrijven geplaatst.

Naast particulieren en kleine bedrijven maakt ook merendeel van alle andere bedrijven en instellingen in Nederland gebruik van de salderingsregeling. Zo wordt ook grootschalig zon (>15 kWp op kleinverbruikaansluiting) gerealiseerd met de salderingsregeling. Het salderingsvoordeel is – in vergelijking met particulieren en kleine bedrijven met kleinschalige zon-systemen – vaak minder groot doordat zij – vanwege groter jaarverbruik- te maken hebben met andere energiebelastingtarieven of een deel van de productie helemaal niet kunnen salderen omdat er geen verbruik tegenover staat. Diverse in bovenstaande tabel genoemde regelingen stimuleren zon-PV waarbij de regelingen een aanvulling vormen op de salderingsregeling.

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, de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland en het Rijksvastgoedbedrijf, in opdracht van het Ministerie van KGG. In 2023 zijn er dertig energieprojecten op grond van Rijkswaterstaat gestart. Dat wil zeggen dat er in ieder geval met een voorverkenning is begonnen. Twee projecten bevinden zich in de exploitatiefase: Zon langs de snelweg A7 (maximaal 5 MWp) en een drijvend zonnepark Krammersluizen (potentie 20-50 MWp).

⁴ Het geschatte vermogen is berekend op basis van de investering waarvoor subsidie is aangevraagd en een gemiddelde prijs per Wp van euro 1,24.

In de exploitatiefase van het project heeft de ontwikkelaar de regie en is het project geen onderdeel meer van het programma OER.

Programma zon op dak Rijksvastgoedbedrijf

Het programma richt zich op daken van kantoren in beheer bij het Rijksvastgoedbedrijf en daken van Defensie. Het doel is om PV-systemen op 80% van de geschikte Rijkskantoren en Defensiedaken te realiseren in 2030.

Van de 85 kantoorpanden in beheer bij het Rijksvastgoedbedrijf zijn, na het uitvoeren van dakscans, 73 panden potentieel geschikt voor zon-PV gebleken. Een voorlopige inschatting is dat van de 73 panden, ongeveer 51 panden geschikt zullen zijn voor zon-PV. Op dit moment zijn 12 panden benut voor zon-PV. Daarmee is de voorlopige schatting dat ongeveer 23% van de geschikte daken wordt benut voor zon-PV.

Bij Defensie zijn, na het uitvoeren van dakscans, 2.796 panden potentieel geschikt voor zon-PV. De energetisch-economische en technische geschiktheid van deze daken worden nog onderzocht. Het Rijksvastgoedbedrijf werkt, in voorbereiding op een opdracht van Defensie aan het Rijksvastgoedbedrijf, aan een lijst met panden en een financieel kader. Een voorlopige inschatting is dat van de 2.796 panden, ongeveer 540 panden zullen geschikt zijn voor zon-PV. Panden zijn afgevalen door "ruimtelijke factoren" zoals de ligging van het dak en een monumentenstatus, "technische geschiktheid" zoals dakconstructie en door een negatieve businesscase (terugverdientijd te lang). Op dit moment zijn 89 panden benut voor zon-PV. Daarmee is de voorlopige schatting dat ongeveer 17% van de geschikte daken wordt benut voor zon-PV.

Tabel 9: Percentage geschikt dak benut voor zon-PV in 2023.

	Rijksvastgoedbedrijf	Defensie
2022	12%	15%
2023	23%	17%

Bron: Rijksvastgoedbedrijf

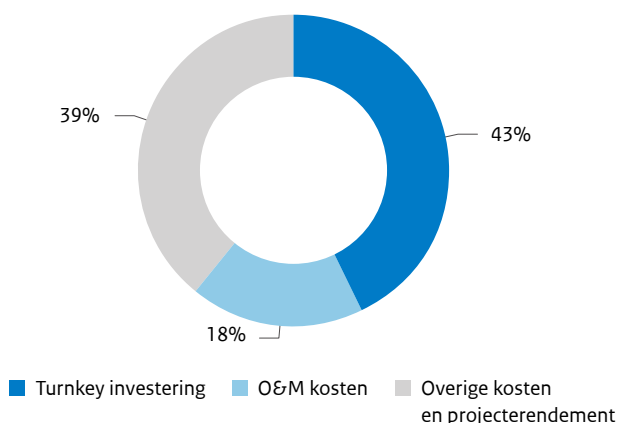
2 Kostprijs, opbrengst en businesscase

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op kostprijsontwikkelingen, de invloed van zon-PV op de elektriciteitsmarkt en de gevolgen daarvan voor de businesscase voor zon-PV projecten.

2.1 Kostprijs zon-PV systemen

De kosten van panelen, omvormers en installatie ervan (turnkey investering) bedragen minder dan de helft van de totale projectkosten voor realisatie van een PV-project. Andere kosten zoals netaansluitkosten, beveiliging en jaarlijkse kosten voor onderhoud en bedrijfsvoering (O&M), verzekering en financiering vormen meer dan de helft van de totale projectkosten (over de hele looptijd van het project).

Figuur 6: Kosten van een zon-PV project.



Bron: PBL (SDE advies)

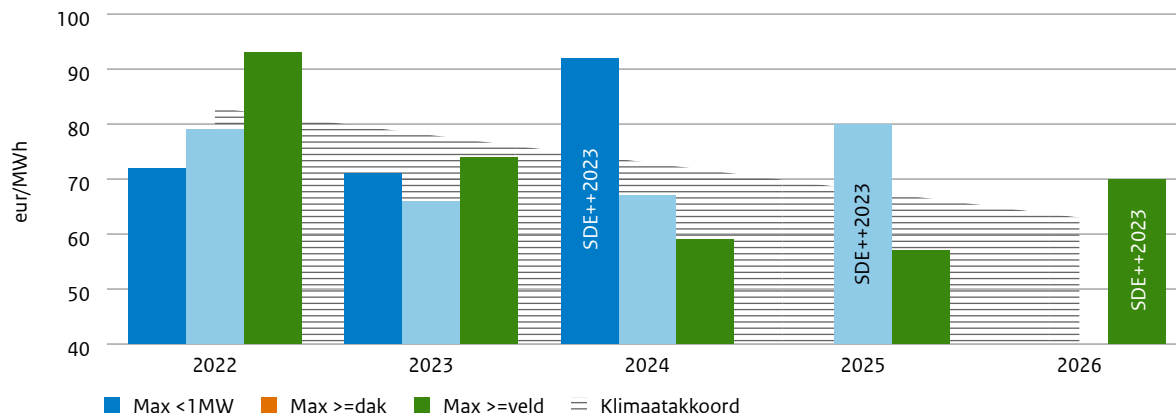
De omstandigheden waaronder projecten gerealiseerd worden, veranderen. Veel geschikte locaties zijn inmiddels benut. Vaker is daardoor sprake van extra kosten voor bijvoorbeeld netaansluiting, dak versterking of asbestverwijdering bij zon op daken of kosten van landschappelijke inpassing en biodiversiteit bij veldopstellingen. In de SDE-regeling wordt vanaf 2024 hiermee rekening gehouden door de mogelijkheid om extra subsidie te krijgen voor zonnepanelen op bestaande zwakke daken en voor zonneweides die rekening houden met de natuur (natuurinclusief).

Energieleveranciers kondigden in 2023 aan terugleverkosten in rekening te gaan brengen aan zonnepanelen bezitters. Toenemende kosten die leveranciers maken vanwege onbalans of prijsverschillen die door salderen niet aan kleinverbruikers in rekening gebracht worden, worden zo toch (deels) als kosten (of lagere marktopbrengst) neergelegd bij zonnepanelen-eigenaren.

Kostprijs per MWh

In de SDE en SCE regeling zijn de maximum basisbedragen een weergave van de totale verwachte kostprijs in het verwachte jaar van realisatie. De kostprijs wordt bepaald enerzijds door het totaal aan verwachte kosten en anderzijds verwachte productie gedurende de looptijd van een project.

Figuur 7: SDE-basisbedragen en kostprijsafspraken van het Klimaatakkoord.



Bron: RVO

In 2022 was sprake van stijging in turnkey investeringskosten. Deze zijn zichtbaar in de bepaling van de basisbedragen in SDE++ 2023. Hoewel de paneel- en systeemkosten in 2023 ook weer gedaald zijn, veranderen de omstandigheden waaronder projecten gerealiseerd worden. Deze verwachting baseren we op de volgende ontwikkelingen:

- In de SDE++ worden vanaf 2024 extra zon categorieën opengesteld voor duurere PV-projecten, zoals PV-projecten voor minder draagkrachtige daken en veld opstellingen die meerkosten kennen vanwege eisen aan landschappelijke inpassing, biodiversiteit of combinatie met agrofunctie.
- PV-systemen gaan naar verwachting per jaar steeds minder produceren per geïnstalleerde eenheid van vermogen. Naast minder optimaal georiënteerde zonsystemen zijn ook de verderop in dit hoofdstuk toegelichte afschakelingen vanwege negatieve prijsuren, netcongestie en/of curtailment redenen om lagere jaarproducties te verwachten. In absolute zin neemt de kostprijs (investering) daardoor niet toe, maar als die wordt uitgedrukt per kWh productie wel, zoals in het basisbedrag. Vanaf de SDE++ 2023-ronde wordt voor alle categorieën, met uitzondering van zonnolgende systemen, gerekend met minder vollasturen vanwege de aftopping van netlevering naar 50% (zie tabel 10).
- In de praktijk blijken de jaarlijkse of periodieke kosten van bijvoorbeeld verzekeringen en keuringen hoger te zijn dan enkele jaren geleden verwacht werd. Ook de rente is gestegen.

Tabel 10: Aantal vollasturen per jaar in SDE.

SDE-categorie	SDE ronde									
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Tussen 15 kWp en 1 MWp	1000*	1000	950	950	950	950	950	900	900	800
>1 MWp gebouwgebonden	1000	1000	950	950	950	950	950	900	850	800
> 1 MWp Niet-gebouwgebonden	1000	1000	950	950	950	950	950	950	890	840

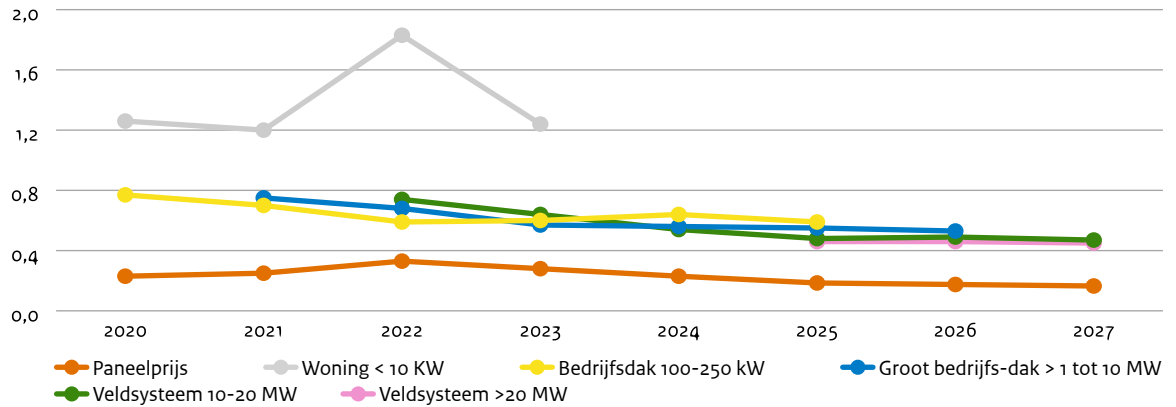
* 1000 vollasturen betekent voor een zon-installatie een subsidiabele jaarproductie van maximaal 1000 kWh/kWp, bij 800 vollasturen wordt uitgegaan van maximale subsidiabele jaarproductie van 800 kWh/kWp.

Bron: RVO

Bij de bepaling van de basisbedragen van de SCE-regeling worden, anders dan in de SDE++ regeling, ook nog kosten voor afsluitprovisies en voorbereidingskosten, administratieve kosten voor recht van opstal gedurende looptijd project en kosten voor dakhuur meegenomen. Onder meer hierdoor liggen de basisbedragen in de SCE hoger dan in de SDE++. In 2023 was het te verkrijgen basisbedrag voor zonprojecten in de SCE-regeling op een grootverbruikersaansluiting 131 euro/MWh, tegenover 96 euro/MWh in regeling 2022. De basisbedragen voor de SCE-regeling 2024 laten weer een daling zien ten opzichte van 2023.

In het volgende figuur zijn paneel- en turnkey systeem prijzen van de afgelopen jaren weergegeven en door PBL verwachte paneel en systeemrijontwikkeling waarmee ook de basisbedragen voor de SDE zijn bepaald.

Figuur 8: Trends en verwachte prijsontwikkeling in paneel- en turnkey-systeemprijzen voor verschillende projecttypen.



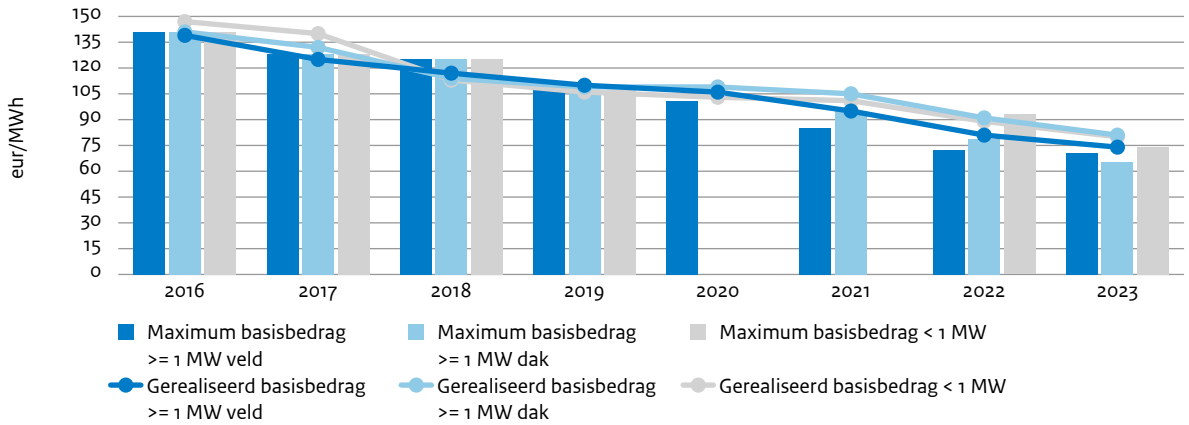
Bronnen: PBL (SDE) en Milieu Centraal (systeemprijzen woningen)

2.2 Gerealiseerde systeemprijzen in SDE++

De per SDE ronde en categorie vastgestelde basisbedragen geven de kostprijs weer van de referentieprojecten waarop de SDE regeling is gebaseerd. Deze basisbedragen zijn het maximum waarvoor projecten kunnen aanvragen en wordt daarom ook aangeduid als maximum basisbedrag. In de praktijk kunnen zonprojecten daarvan afwijken en ook voor lagere aanvraagbedragen indienen en hun project realiseren. Ook het realisatiejaar is in de praktijk niet altijd gelijk aan de realisatietermijnen van de referentieprojecten. Met name projecten die voor een lager aanvraag bedrag dan het maximum basisbedrag aanvragen en het lukt te realiseren zijn een indicatie dat de daadwerkelijke kostprijs lager ligt of dat projecten genoeg nemen met een lager projectrendement. We berekenen het gerealiseerde basisbedrag als een gewogen gemiddelde van alle in een kalenderjaar gerealiseerde zon projecten door de som van de aanvraag bedragen te delen door het aantal projecten rekening houdend met de omvang van de projecten. De trend van dalende maximum basisbedragen en dalende gemiddeld aanvraagbedragen van gerealiseerde projecten zet zich ook in 2023 voort. De kostprijsstijgingen uit 2022 worden hierin niet zichtbaar omdat projecten geen mogelijkheid hebben hun aanvraagbedrag op moment van realisatie nog aan te passen.

Figuur 9 laat zien dat de laatste jaren de gerealiseerde basisbedragen, de kostprijzen waarvoor gemiddeld projecten gerealiseerd zijn, hoger zijn dan op basis van maximum basisbedragen verwacht zou kunnen worden. Dit komt omdat de maximumbasisbedragen zijn weergegeven voor het jaar van realisatie dat in de regeling werd verwacht. In de praktijk is het gemiddelde jaarlijkse gerealiseerde basisbedrag een combinatie van: 1) gerealiseerde projecten volgende de realisatietermijn van de regeling én 2) van projecten die langer over realisatie hebben gedaan. Met (hogere) aanvraagbedragen die mogelijk zijn door hogere maximum basisbedragen uit eerdere SDE rondes zorgen projecten die langer dan de referentieprojecten nodig hebben voor realisatie hiervoor.

Figuur 9: Ontwikkeling gemiddeld gerealiseerd en maximum basisbedragen in SDE in euro/MWh.



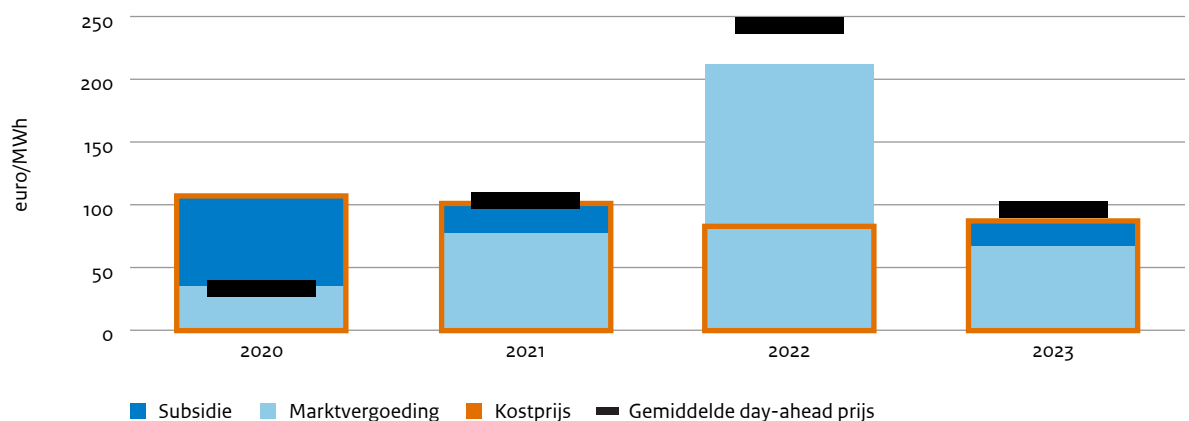
Bron: RVO

2.3 Opbrengst PV systemen

Binnen de SDE++ en SCE wordt voor de uitbetaling van subsidie per jaar gekeken naar marktvergoedingen. Dit zijn opbrengsten in de markt zoals vergoeding voor teruglevering, opbrengst uit verkoopgaranties van oorsprong of voordeel door vermeden inkoop. Als die marktvergoedingen onvoldoende zijn voor een rendabele businesscase vullen SDE++ en SCE aan met subsidie. Als de opbrengsten uit de markt voldoende zijn, is geen subsidie nodig. In 2022 waren de marktvergoedingen bij nagenoeg alle SDE-projecten goed bruikbaar. Er is dan sprake van overwinsten. Vanuit Europa hebben lidstaten de opdracht hun subsidieregelingen zo aan te passen dat overwinsten in een jaar verrekend kunnen worden met eventuele tekorten in andere jaren. Dit is per 2024 in de SDE++ regeling verwerkt, door middel van een opbrengstgrensbedrag van 1,8 cent per kWh boven het basisbedrag. Hierboven worden overwinsten verrekend met ontvangen of te ontvangen subsidie.

In 2023 zijn de marktvergoedingen gedaald naar het niveau van vóór 2022 en ontvangen zon-PV projecten weer subsidie voor zowel netlevering als niet-netlevering. Onderstaande figuur geeft dit weer. Omdat de marktvergoeding voor een belangrijk deel mede bepaald wordt door de day-ahead prijs is ook de gemiddelde day-aheadprijs weergegeven.

Figuur 10: Kostprijs ontwikkeling en marktvergoeding bepalen SDE-subsidie (euro/MWh).



Bron: RVO

2.4 Negatieve prijzen op elektriciteitsmarkten

Figuur 10 in de vorige paragraaf laat zien dat sinds 2021 de marktvergoeding die zon projecten realiseren onder de gemiddelde day-ahead spotmarktprijs ligt. Vanaf 2019 is er een trend van toenemende aantal negatieve prijsuren op deze elektriciteitsmarkt, waarmee ook zonprojecten te maken hebben. De negatieve prijsuren worden door de zonmarkt gezien als een signaal dat in met name de zomermaanden sprake is van verzadiging van aanbod/overproductie, die bij plaatsing van nieuw zon vermogen jaarlijks verder zal toenemen, zolang de vraag gelijk blijft. Ook de onbalanskosten nemen toe. Ervan uitgaande dat het opgesteld vermogen tot 2030 verviervoudigd is en exportmogelijkheden naar omringende landen afnemen, is de verwachting dat veel vermogen afgeschakeld wordt en/of het aantal negatieve prijsuren in de toekomst nog fors wordt.

Om in 2023 en in de toekomst negatieve opbrengsten (dus kosten voor netlevering) te voorkomen investeren steeds meer bestaande zon projecten in apparatuur om hun zon project af te kunnen afschakelen op basis van marktprijzen. Doordat zonprojecten op basis van marktprijzen afschakelen helpen zij zo ook het (nationale) net in balans te houden. Lokaal kan er sprake van zijn dat ze juist onbalans of netcongestie veroorzaken.

Hieronder volgt eerst een korte (vereenvoudigde) uitleg van de werking van elektriciteitsmarkt. Vervolgens laten we ontwikkelingen in de day-aheadmarkt en onbalansmarkt zien en in de volgende paragraaf laten we met een rekenvoorbeeld zien dat afschakelen van een PV-systeem op sommige momenten positieve opbrengst kan opleveren.

Korte uitleg werking day-ahead spotmarkt en onbalansmarkt in de elektriciteitsmarkt

Day-ahead spotmarkt

Als programmaverantwoordelijke moeten leveranciers elke dag voor 12 uur zo precies mogelijk doorgeven hoeveel stroom zij verwachten elk uur van de volgende dag te gaan invoeden in en/of afnemen van het net. Rond 13 uur wordt de handelsprijs op de day-ahead markt vastgesteld en is de invoeding of afname voor de volgende dag per tijdsperiode ge/verkocht.

Dag tot real-time productie/afname

De netbeheerder analyseert welke netcongestie en/of onbalans er de volgende dag (per tijdsperiode) te verwachten is. De netbeheerder heeft verschillende mogelijkheden om de verwachte netcongestie en onbalans te voorkomen. Een belangrijke (en laatste mogelijkheid) daarin is de real-time onbalansmarkt.

Onbalansmarkt

Op de onbalansmarkt worden – aan het begin van de real-time periode van de productie of afname - leveranciers met een prijsprikkel (de onbalansprijs) gestimuleerd om:

- A. als programmaverantwoordelijke precies in te voeden / af te nemen wat ze de dag ervoor hebben gekocht/verkocht op de day-ahead markt. Elk beetje meer of minder moeten leveranciers alsnog kopen/verkochen tegen de prijs op de onbalansmarkt. Producenten en afnemers met een dynamisch energie contract krijgen naast de kale handelsprijs day-ahead ook onbalanskosten doorberekend van hun leverancier, als werkelijke onbalanskosten of als onderdeel van vaste (niet-dynamische) opslag.
- B. als balans dienstverlener te helpen met netbalancing door productie of afname in de juiste richting op of af te schakelen en daarvoor de onbalansprijs als vergoeding te krijgen. De productie of afname die hiervoor wordt ingezet door leveranciers kan productie of afname zijn die nog op geen handelsmarkt is ge/verkocht, maar het kan ook gaan om stroom die de dag ervoor al is gekocht/verkocht op de day-aheadspotmarkt. Gangbaar is om zonninstallaties met schakelapparatuur vooral balansdiensten te laten leveren als de gevraagde richting afschakelen is. Ook met zon is echter mogelijk biedstrategieën te ontwikkelen waarmee flexibiliteit in twee richtingen mogelijk is. Batterijen kunnen in twee richtingen ingezet worden.

Vervolg - korte uitleg werking day-ahead sportmarkt en onbalansmarkt in de elektriciteitsmarkt

Tijdstip handelsmoment	Dag ervoor	Dag tot productie/afname	Real-time productie/afname
Markt	Day ahead spotmarkt	Diverse markten	Onbalansmarkt
Activiteit	Aanbod verwachte productie/afname	Analyse onbalans en netcongestie -> activering optimalisaties en congestiemanagement	Leveranciers vermijden onbalans door realisatie aangeboden productie/afname Balansdienstverleners leveren balanceringsenergie

Day-aheadspotmarkt

Tabel 11: Aantal negatieve uren en kale elektriciteitsprijzen in euro/MWh day-ahead spotmarkt.

Jaar	aantal uur negatieve prijzen in Nederland	Gemiddeld uurprijs	Laagste uurprijs	Hoogste uurprijs	Gemiddeld verschil in uurprijs per dag
2019	3	4			
2020	97	32	-79	200	31
2021	70	103	-66	620	83
2022	83	242	-222	871	205
2023	316	95	-500	463	108

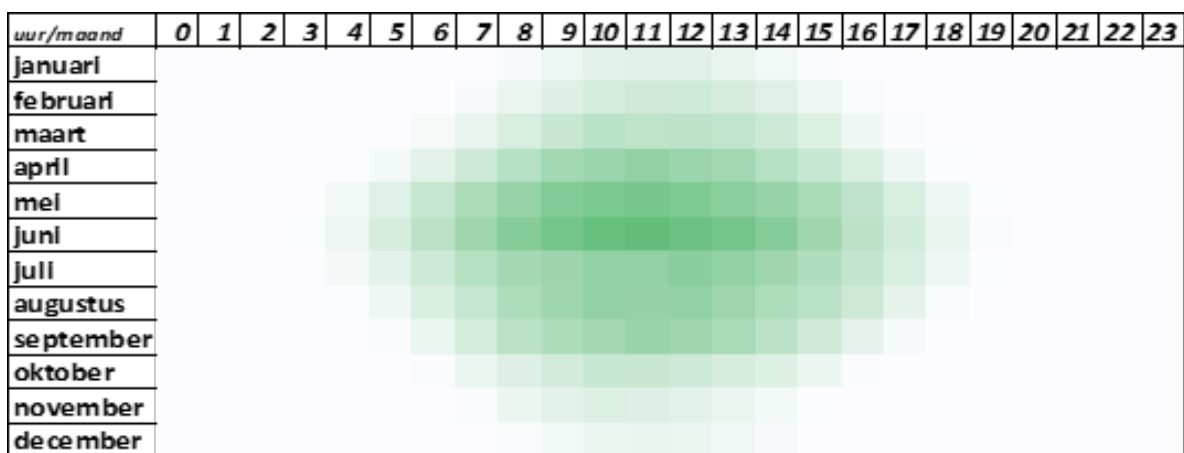
Bron: data ENTSOE

Van de 316 uren met negatieve handelsprijs op de day-ahead spotmarkt waren er 241 uren met negatieve handelsprijs op uren dat zoninstallaties produceerden. Die 241 uren zijn minder dan 3% van alle uren in het jaar, wel gaat het over 9% van de jaarlijkse zonproductie. Onderstaande figuren laten zien dat negatieve(re) prijsuren vaker voorkomen naarmate zoninstallaties (meer) produceren. Daarnaast is ook vraag (die in weekenden doorgaans minder is) van invloed op prijsvorming.

Figuur 11: Per handelsuur per maand in 2023 voor Nederland 1) aantal negatieve prijsuren 2) gemiddelde kale handelsprijs in negatieve uren in euro/MWh en 3) hoeveelheid zonproductie.

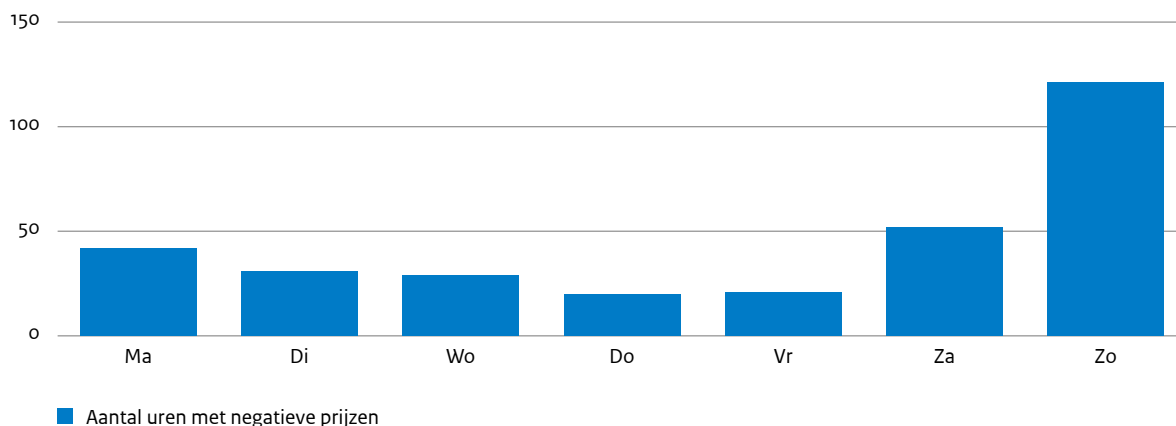
uur/maand	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	totaal
januari	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
februari	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
maart	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	2	4	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	20
april	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	6	6	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	27
mei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6	9	11	9	6	2	0	0	0	0	0	0	0	49
juni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	5	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	22
juli	0	0	1	2	2	2	2	2	2	3	5	7	9	9	9	6	3	1	0	0	0	0	0	0	65
augustus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	4	3	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	20
september	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2	4	4	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
oktober	3	3	2	3	2	2	1	1	1	1	3	4	4	4	4	1	0	0	0	0	0	0	1	1	37
november	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
december	2	6	6	6	7	7	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	44
totaal 2023	7	12	14	16	13	13	10	6	5	8	21	34	43	45	37	20	8	1	0	0	0	0	1	2	316

uur/maand	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
januari	-4	-1	-1	-3	-5	-4	-4																		
februari																									
maart			-3	-0	-1	-2	-2			-4	-8	-2	-8	-8	-9	-2	-1								
april											-23	-36	-56	-54	-52	-10									
mei										-4	-19	-57	-68	-69	-58	-10	-5								
juni											-9	-19	-43	-31	-17	-2									
juli			-0	-0	-0	-2	-5	-7	-16	-27	-59	-84	-75	-79	-72	-40	-18	-6							
augustus									-3	-10	-22	-34	-26	-42	-25	-10	-0								
september	-0	-1	-2	-2							-0	-2	-6	-4	-2										
oktober	-3	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-0									-1	-0



Bronnen : 1 en 2 op basis van data van ENTSOE, 3 op basis van KNMI data zoninstraling per uur in De Bilt (en aanname dat zonproductie evenredig is met zoninstraling).

Figuur 12: Negatieve prijsuren op de day-ahead spotmarkt in 2023.



Bron: samengesteld op basis van data ENTSOE

Onbalansmarkt

Totaal anders dan bij de day-aheadspotmarkt is vooraf niet te voorspellen op welke uren de onbalansmarkt positief of negatief is. Wel is bekend dat door toename van aandeel zon en wind in de elektriciteitsmix de onbalans (zowel positief als negatief) toeneemt. Dit heeft te maken met de onnauwkeurigheid van weersvoorspellingen en daarmee productievoorspellingen van zon en wind. Ook de snelheid waarmee zonneparken kunnen afschakelen of opschakelen, dus kunnen reageren op prijsprikkels van de onbalansmarkt, maakt dat een tekort in enkele minuten omgezet kan worden naar een overschot. De onbalansmarkt werkt met kwartierwaarden.

2.5 Terugleveren versus afschakelen zon-PV installatie

Bij zon-PV projecten waarvan de opbrengst mede bepaald wordt door de prijzen op de elektriciteitsmarkten (dynamisch energiecontract) kan afschakelen op bepaalde momenten een hogere financiële opbrengst opleveren dan aan het net leveren. We illustreren dat aan de hand van onderstaand rekenvoorbeeld.

Rekenvoorbeeld zon-PV installatie met op zonnig dag mogelijke netlevering 45 kWh/kwartier		
Handelswijze	Opbrengst bij produceren op 4 juli 12.00-12.15 uur	Opbrengst bij afschakelen op 4 juli 12.00 –12.15 uur
45 kWh productieverwachting doorgegeven op 3 juli 2023 om 12 uur	3,28 euro 45 kWh * (SUB ¹ +DA)	5,98 euro 0 productie dus geen subsidie, wel DA opbrengst en onbalans (tekort) van 45 kWh * (DA - OB) ⁽²⁾
Op 3 juli om 12 uur: 0 kWh aangeboden productie day-ahead markt voor 4 juli 12-12.15 uur (vanwege verwachte negatieve DA prijzen op 4 juli)	-2,70 euro Produceren 45kWh betekent subsidie en onbalans van 45 kWh * (SUB ¹ + OB)	0 euro Productie 0, onbalans 0

Rekenvoorbeeld zon-PV installatie met op zonnig dag mogelijke netlevering 45 kWh/kwartier

Aannames rekenvoorbeeld

Verwachte subsidie voor 2023 (schatting medio 2023) : 0,05 euro/kWh
 Weersvoorspelling (op 3 juli 2023) voor 4 juli 2023 van 12-12.15 uur : zonnig
 Productie verwachting (schatting op 3 juli 2023) voor 4 juli 2023 van 12 - 12.15 uur: 45 kWh
 Werkelijke productie bij niet afschakelen : 45 kWh
 Geen andere kosten/opbrengsten
 DA: kale day-ahead spotmarkt prijs : op 4 juli 2023 12-12.15 uur was deze 0,023 euro/kWh
 OB: onbalansverrekenprijs : op 4 juli 2023 12 – 12.15 uur was deze –0,11 euro/kWh

- 1) Afhankelijk van projectomvang en SDE-regeling (bij veel SDE-rondes vanaf 0,5 MW) kan sprake zijn dat tijdens negatieve day-ahead prijsuren of negatieve day-aheadprijsuren in een aaneengesloten tijdsblok van 6 uur of langer de subsidie op 0 gesteld wordt. In voorbeeld is gerekend met subsidie.
- 2) Van nog een extra opbrengst (toch subsidie) van afschakelen kan sprake zijn als er in 2022 of 2023 een productieoverschot is ten opzichte van de subsidiabele productie dat ingezet kan worden om de afgeschakelde productie te compenseren en ondanks afschakelen toch voor de volledige jaarhoeveelheid subsidiabele productie ook subsidie te verkrijgen.

Handelaren die (geautomatiseerd) zon projecten afschakelen om voor hun klanten (bijvoorbeeld zonnestroom-producenten) de beste financiële opbrengst te genereren kunnen naast de genoemde markten ook nog op andere markten handelen zoals beschikbaar stellen van productie als noodvermogen of ter voorkoming van netcongestie. In de keuze wel of niet afschakelen dient ook rekening gehouden te worden met eventueel afgesproken vaste-prijs-afspraken, op- of afslagen.

Het merendeel van de projecten in de SDE en SDE++ heeft nog geen mogelijkheden om geautomatiseerd af of op te schakelen op basis van wisselende prijzen in de elektriciteitsmarkten. Bij projecten vanaf 0,5 MW met vooral netlevering zijn er wel steeds meer projecten die investeren in apparatuur om dit mogelijk te maken en gebeurt dit ook steeds meer. Naast de meer gangbare biedstrategieën voor afschakelen zijn er ook zonneparken die biedstrategieën toepassen waarbij zij de flexibiliteit hebben om zowel te kunnen op- als afschakelen. Bij merendeel van de projecten groter dan 0,5 MW geldt dat bij tijdsblokken van 6 uur of langer aangesloten negatieve prijzen day-aheadmarkt er ook geen subsidie meer wordt betaald voor de productie in die uren. Daarmee is (investeren in) afschakelen voor deze projecten eerder financieel interessant dan voor projecten kleiner dan 0,5 MW. De meest recent projecten uit SDE-regeling van 2023 (die nog gerealiseerd moeten gaan worden) zullen in de toekomst ermee te maken krijgen dat bij elk uur met negatieve uurprijs day-ahead markt, geen subsidie voor de productie tijdens die uren wordt uitgekeerd. Deze prijsprikkels vanuit de SDE zijn bedoeld om meer balans tussen vraag en aanbod in de markt te brengen.

In de praktijk weten zonproducenten (of hun handelaars/leveranciers die programma verantwoordelijkheid hebben) op het moment dat zij hun verwachte productie doorgeven vaak nog niet of de day-aheadprijzen (in een blok van 6 uur of langer) negatief worden. Ze veroorzaken dan juist onbalans als de verwachte en doorgegeven productie niet geleverd maar afgeschakeld wordt. Die onbalans levert soms geld op (zoals in het rekenvoorbeeld) maar kost minstens zo vaak geld en soms ook meer dan blijven produceren tegen een negatieve day-ahead spotmarkt prijs. De flexibiliteit van zon (op het allerlaatste moment kunnen besluiten wel/niet leveren) maakt het bij steeds groter aandeel flexibel inzetbaar zonvermogen lastiger voor netbeheerders om op basis van day-ahead biedingen grotere minder flexibele (traditionelere) elektriciteitscentrales aan te sturen.

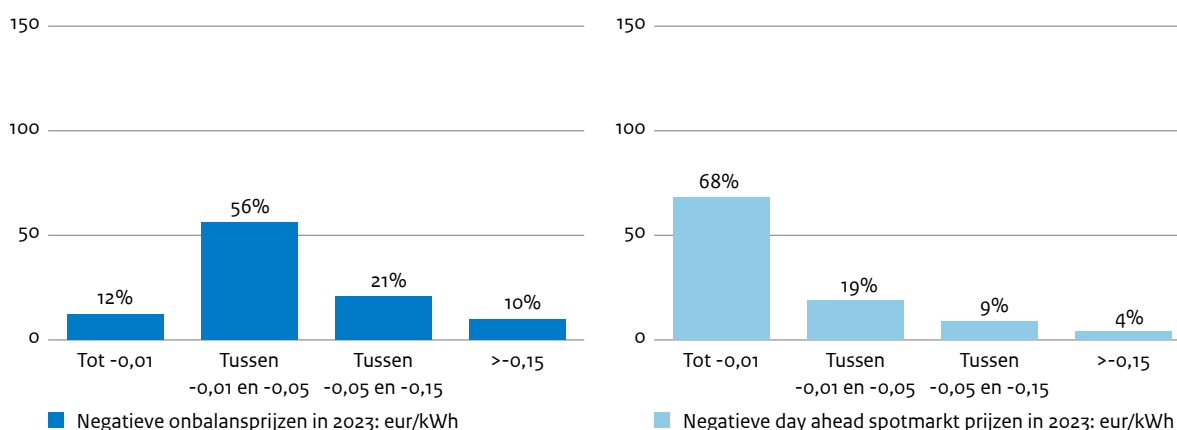
Tabel 12: Onbalansmarkt prijzen in 2023.

Jaar	aantal uur negatieve prijzen in Nederland	Gemiddeld prijs euro/MWh	Laagste prijs euro/MWh	Hoogste prijs euro/MWh
2023	5633	103	-1549	2037

Bron: data ENTSOE Transparency platform

Van de uren met negatieve onbalansprijs zijn er 874 in 2023 met zonproductie, die afgeschakeld kan worden. Dit was 28% van de zonproductie in 2023.

Figuur 13: Prijzen negatieve onbalans en day-ahead in 2023.



Bron: data ENTSOE Transparency platform

Voor kleinverbruikers geldt dat nog vaak sprake is van een contract met vaste prijsafspraken. Ook bij contracten met variabele prijzen die meebewegen met de day-ahead spotmarkt wordt doorgaans de onbalans niet afgerekend op basis van werkelijke onbalans, maar als vaste prijsopslag. Omdat kleinverbruikers eventueel afgeschakelde productie ook niet meer kunnen salderen, wordt afschakelen voor hen doorgaans pas financieel interessant bij dynamische contracten op basis van day-ahead marktprijzen met negatieve day-ahead uurprijzen van circa euro -0,15 per kWh of lager.

In de kleinverbruikers markt wordt toch ook wel steeds vaker PV-systemen tijdens piekproductie korte periodes afgeschakeld. Dit gebeurt niet via apparatuur aangestuurd op basis van marktprikkels, maar omdat sprake is van overspanning (netcongestie bij kleinverbruikers). Dat afschakelen zorgt eerder voor een slechtere dan betere business case omdat merendeel van de momenten dat afgeschakeld wordt opbrengstverlies geeft.

Zowel in de kleinverbruikersmarkt als markt van grootverbruikersaansluitingen is ook sprake van groei van opslag of andere oplossingen met meer eigen verbruik of uitgestelde netlevering. In de SDE++2023, waarin de eis is gesteld dat nieuwe projecten max 50% van hun piekvermogen aan het net mogen leveren, zal piekproductie ongeacht gunstige of ongunstige prijzen niet direct aan het net geleverd worden. In de berekening van SDE basisbedragen voor deze projecten wordt er door het PBL van uitgegaan dat vermogen wordt afgeschakeld naar maximaal 50% van geïnstalleerd piekvermogen van de zonnepanelen. Het PBL gaat er dus niet vanuit dat zonprojecten naast afschakelmogelijkheden ook voorzien worden van opslag of extra eigen verbruik oplossingen.

In de kleinverbruikersmarkt zijn er verschillende redenen een zon-PV systeem te combineren met afschakelapparatuur of opslagmogelijkheden:

- de verwachting dat salderen wordt afgebouwd of afgeschaft
- leveranciers die extra kosten in rekening brengen voor zonproductie
- aanschaf van elektrische auto
- afnamenetcongestie, waarbij zon-PV met opslag wordt gecombineerd te realiseren om extra elektriciteitsverbruik mogelijk te kunnen maken zonder dat uitbreiding naar een grootverbruikersaansluiting noodzakelijk is.

3 Uitgelichte marktontwikkelingen

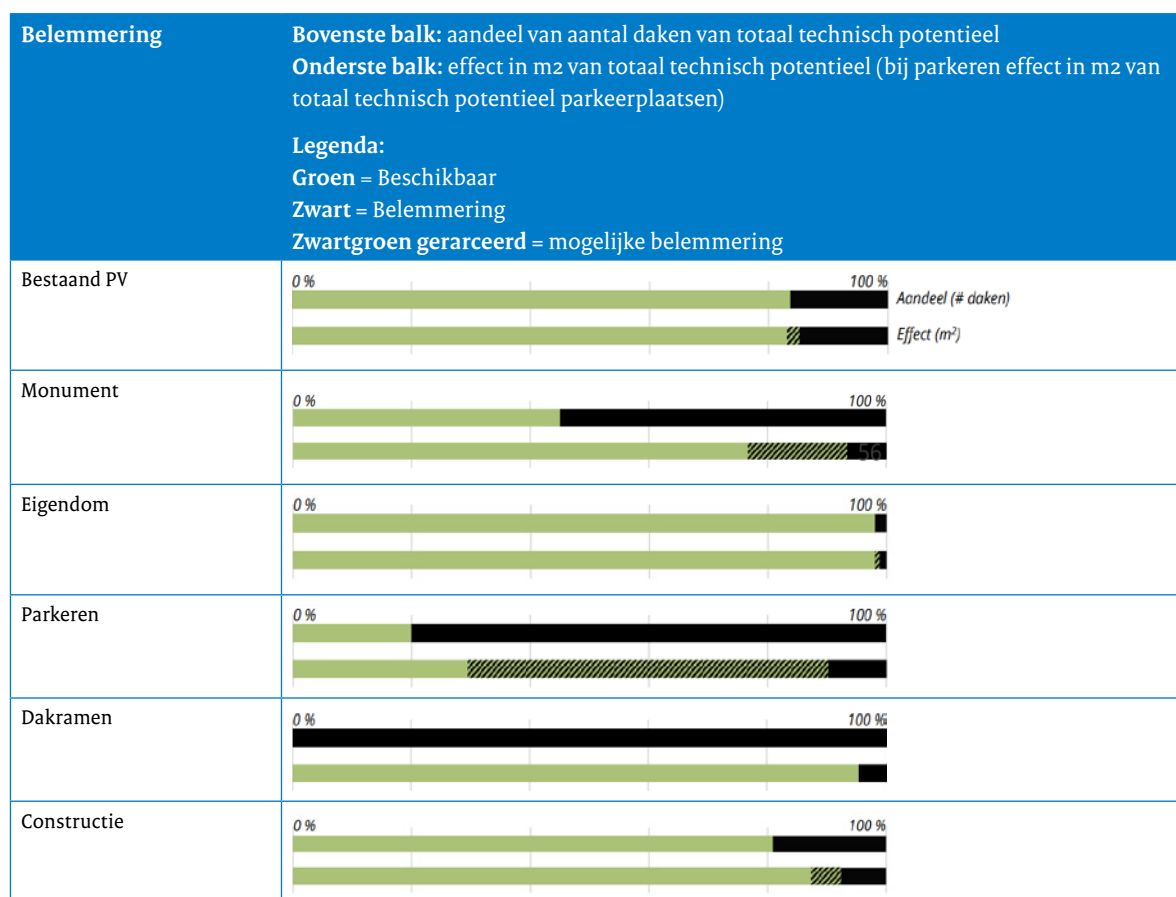
In dit hoofdstuk geven we informatie over zon-PV marktontwikkelingen door nader in te gaan op potentieel voor zon op daken en parkeerplaatsen en daarin mogelijke marktkansen en belemmeringen (paragraaf 3.1), ontwikkeling van het aandeel van diverse pv-technologieën binnen de zon-PV markt (paragraaf 3.2) en zoomen we verder in op de thema's circulariteit en afvalverwerking van pv-panelen en netcongestie in relatie tot zon-PV.

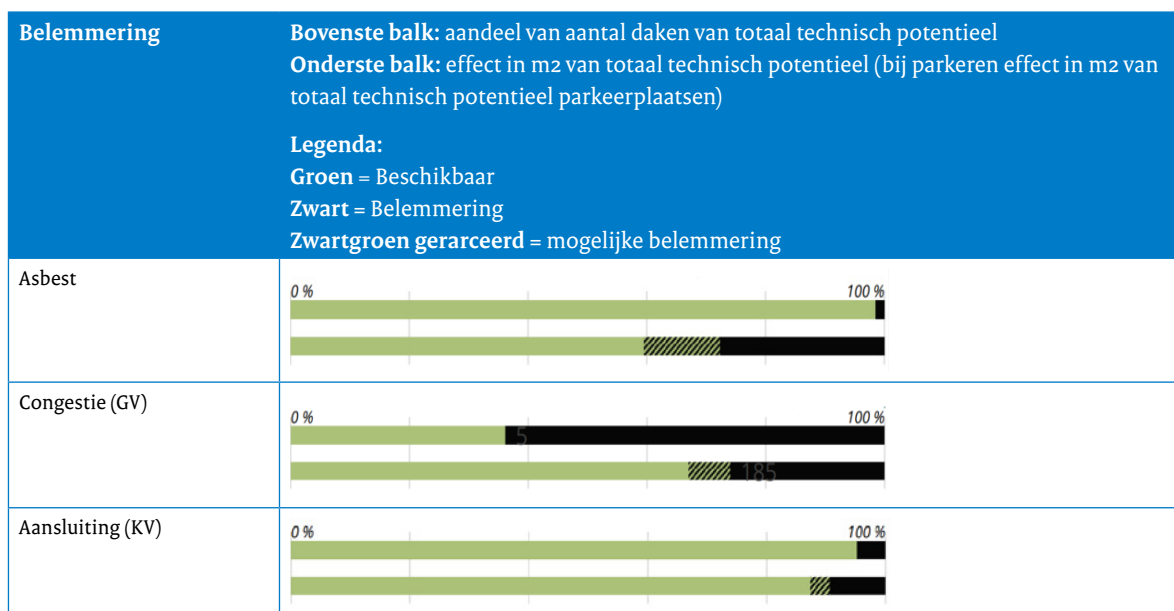
3.1 Praktisch potentieel van zon-PV

In de zon-PV Monitor van 2023 is, middels het voorafgaande uitgevoerde onderzoek naar Kansrijke Daken en Parkeerplaatsen voor Zonnestroom in Nederland, beschreven wat het kansrijk potentieel aan zonne-energie is van heel Nederland op daken en parkeerplaatsen.

De conclusie van het onderzoek is dat 8% van de daken in Nederland kansrijk zijn voor toepassing van zon-PV in de zin dat er geen belemmeringen zijn gezien. Daarnaast geldt voor respectievelijk 48% en 44% één of meerdere mogelijke belemmeringen. Met name voor daken en parkeerplaatsen met slechts één mogelijke belemmering is het zinvol te onderzoeken of de belemmering daadwerkelijk aanwezig of dat de belemmering weg te nemen is. In deze Monitor wordt vervolg gegeven aan de uitkomsten van dit onderzoek en inzicht gegeven in de belemmeringen die maken dat het technisch potentieel niet altijd kansrijk is voor toepassing van zonne-energie. Zoals te zien in de tabel hieronder zijn netcongestie, aansluiting en eigendom de drie grootste belemmeringen. 50% van het technisch oppervlak van parkeerplaatsen is kansrijk terwijl de andere 50% belemmerd wordt door multifunctioneel gebruik van de parkeerplaats.

Tabel 13: Belemmeringen van de dataset Kansrijke daken met betrekking met bijbehorende impact. Let op belemmeringen kunnen niet bij elkaar opgeteld worden.



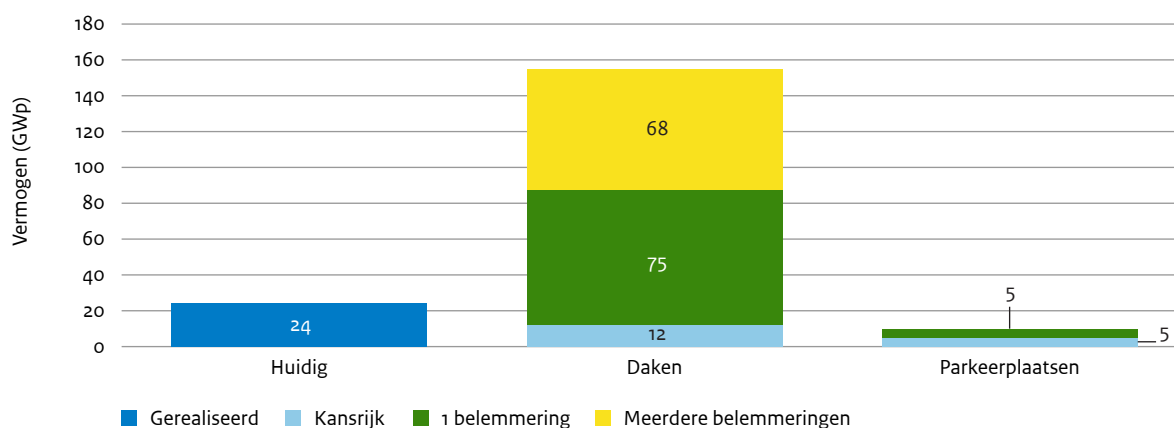


Bron: RVO, rapport Kansrijke daken en parkeerplaatsen voor zon-PV (www.rvo.nl/onderwerpen/zonne-energie/geschikte-daken)

Als we deze cijfers vertalen van oppervlaktes naar vermogen zien we in figuur 14 dat het totaal technisch potentieel van daken 132 GWp bedraagt en voor parkeerplaatsen 11 GWp. Hiervan is 12 GWp en 5 GWp voor daken en parkeerplaatsen respectievelijk kansrijk. Het overige oppervlak heeft één of meerdere belemmeringen, waaronder ook de aanwezigheid van bestaand-PV. De berekening van oppervlaktes naar vermogens is uitgevoerd met behulp van de uitgangspunten van het Begrippenkader RES.

Ten opzichte van het huidige totaal opgesteld vermogen van bijna 24 GWp, is er nog veel potentieel vermogen op daken en parkeerplaatsen beschikbaar. Op daken en parkeerplaatsen in totaal kan nog 6x het huidige opgesteld vermogen geplaatst worden, mits de belemmeringen worden opgelost.

Figuur 14: Potentieel vermogen van daken en parkeerplaatsen die kansrijk zijn, met één of meerdere belemmeringen. Ten opzichte van het totale huidig gerealiseerd vermogen.



Bron: RVO

3.2 Innovatie en ontwikkeling in Nederland

In 2023 is door een groep bedrijven en onderzoeksinstellingen uit de Nederlandse zonsector het programma Solar NL opgezet en financieel ondersteunt met subsidietoekenning uit het Nationaal Groeifonds van ruim 300 miljoen euro. Doel van het project is de ontwikkeling én industrialisatie van drie innovatieve zonne-technologieën, die elk concurrerend zullen zijn op verschillende markten: 1) hoog-rendement silicium “heterojunctie” zonnecellen, 2) flexibele zonne-folies op basis van het nieuwe materiaal perovskiet en 3) op maat gemaakte zonne-producten voor integratie in gebouwen en de auto-industrie.

Het innovatiebeleid richtte zich in 2023 op de missiegedreven onderzoeksdoelen: hernieuwbare energie productie, energiebesparing, aardgasvrije wijken, circulaire economie en flexibiliteit van het energiesysteem. Zonnestroom kan aan meerdere doelen tegelijkertijd bijdragen en is een drijvende kracht achter de energietransitie.

Naast productintegratie is een andere trend het samen gaan hernieuwbare energie productie (zon, wind en geothermie) met energie opslag voor een betere inpassing in het bestaande energienet. Deze trend is te zien zowel op land, op binnenwateren en op zee waar het doel is zon en windparken te combineren met bestaande netaansluitingen en/of schone waterstof productie.

3.3 Circulariteit en afvalverwerking van zonnepanelen

De komende jaren zal er een groeiend aantal zonnepanelen het einde van hun levensduur bereiken. Met de huidige klimaat en circulariteitsdoelen is het van belang dat de panelen op een duurzame manier worden verzameld en verwerkt. In Nederland is Stichting Open, in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, verantwoordelijk voor het inregelen en deels uitvoeren van dit proces.

Om de ontwikkelingen van de verzameling en verwerking van zonnepanelen in beeld te brengen maken we gebruik van (1) de rapportage die Stichting Nationaal (waste) electrical and electronic equipment (W)EEE Register (NWR)⁵ jaarlijks opstelt rondom o.a. gesaneerde zonnepanelen, (2) SDE data en (3) het onderzoeksrapport⁶ van TNO in opdracht van Stichting open rondom afgedankte zonnepanelen.

Voor de materiaalopbouw van een zonnepaneel, zoomen we in op de typische cSi zonnepaneel. Deze panelen hebben meerdere lagen nodig om de zonnecellen te beschermen, waaronder een aluminium frame, glasplaat, lijmfolie en back sheet. De beschermlagen vormen meer dan 95% van het gewicht. Met name het glas en aluminium frame zijn het zwaarst. Een cSi zonnepaneel weegt ongeveer 20 kg.

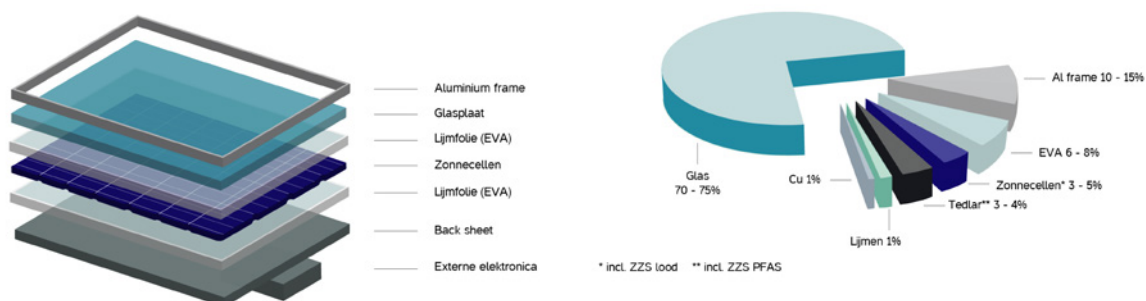
In de secties hieronder focussen we ons op cSi zonnepanelen. Deze zonnepanelen zullen in grote getalen als eerst afgedankt worden aangezien ze de komende jaren dominant (~90-95%) zullen blijven in het totale marktaandeel⁷.

⁵ Nationaal (W)EEE Register. (2023).– rapportage 2023

⁶ TNO. (2022). BALANCING COSTS AND REVENUES FOR RECYCLING END-OF-LIFE PV PANELS IN THE NETHERLANDS

⁷ Buyers Group voor Duurzame Zon-PV. (2024). <https://circulairemaakindustrie.nl/projecten/buyer-group-duurzame-zonnepanelen/>

Figuur 15: Opbouw en samenstelling van een cSi zonnepaneel.



Bron: Provincie Zuid-Holland⁸

Huidige stand van zaken

In Europa is er een mandaat voor het inzamelen van elektronisch afval vanuit het WEEE zoals voor 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, vooral vanaf 2033, zal er een groeiend aantal zonnepanelen het einde van hun levensduur bereiken. Nederland heeft als doel om in 2050 een volledig circulaire economie te hebben. Het is mede daarom van belang dat de panelen op een duurzame manier worden geproduceerd, verzameld en verwerkt. Op dit moment wordt al het zon-PV afval mechanisch versnipperd. Voordat de zonnepanelen versnipperd worden, wordt het aluminium frame, koperen kabels en aansluitdoos handmatig verwijderd. De versnipperde materialen worden gebruikt als onderdeel van een basislaag voor wegen. Andere vormen van verwerking waarbij meer materialen worden teruggewonnen zijn nog in de pilot-fase.

In tabel 14 zien we de ingezamelde en gerecyclede zonnepanelen in Nederland en Europa. De inzameling en groei is naar verwachting de afgelopen jaren gestegen met 1.381 ton ingezameld in Nederland en 51 ton gerecycled. In Europa is in totaal 1.053 ton gerecycled. In totaal is in Nederland 319.660 ton zonnepanelen in de handel gebracht in 2023. In vergelijking hiermee zijn de ingezamelde en gerecyclede gewichtsstromen klein

Tabel 14: Ingezameld zonnepanelen in Nederland (NL) en Europa.

Jaar	Ingezameld in NL (ton)	Recycling in NL (ton)	Recycling in EU (ton)
2020	771	1	391
2021	493	16	314
2022	1.035	46	979
2023	1.381	51	1.053

Bron: (W)EEE register

Binnen de SDE is niet precies bekend hoeveel zonnepanelen gesaneerd zijn, maar weten we wel dat er nauwelijks sprake is van saneren. In de afgelopen 5 jaar is namelijk 11,1 MWp gerealiseerde projecten uit beheer geraakt. Dat is 0,04% van het gerealiseerde vermogen. Het gaat hierbij in totaal om 1.954 projecten, dit is 3% van het totaal. We zien in de data geen trend ontstaan. Afgelopen jaar zijn er 0 projecten gesaneerd. De reden hiervoor is niet bekend.

⁸ Provincie Zuid-Holland. (2021). Kansen en uitdagingen voor circulaire Zon PV – met focus op materiaal en technologie.

Binnen de 1.954 projecten hebben de eerste SDE projecten uit 2008 en 2009 het einde van hun subsidieperiode van 15 jaar bereikt. Deze projecten verdwijnen uit het zicht van RVO en hier kunnen we dus geen uitspraken over doen. Aannemelijk is echter dat functionerende systemen zonnestroom blijven produceren zonder SDE.

Tabel 15: Uit beheer geraakte SDE projecten t.o.v. vorig jaar, uitgedrukt in projecten en vermogens. Hiernaast vergelijkbaar met totale gerealiseerde SDE projecten.

	Vermogen (MWp)	Aantal projecten
2019	0,8	57
2020	6,6	265
2021	0,8	28
2022	2,9	1604
2023	0	0
Totaal uit beheer geraakt (2019 t/m 2023)	11,1	1954
Totale realisatie	30.041	63.155
Totaal uit beheer t.o.v. totale realisatie	0,04%	3,1%

Bron: RVO

Prognose afvalverwerking zonnepanelen

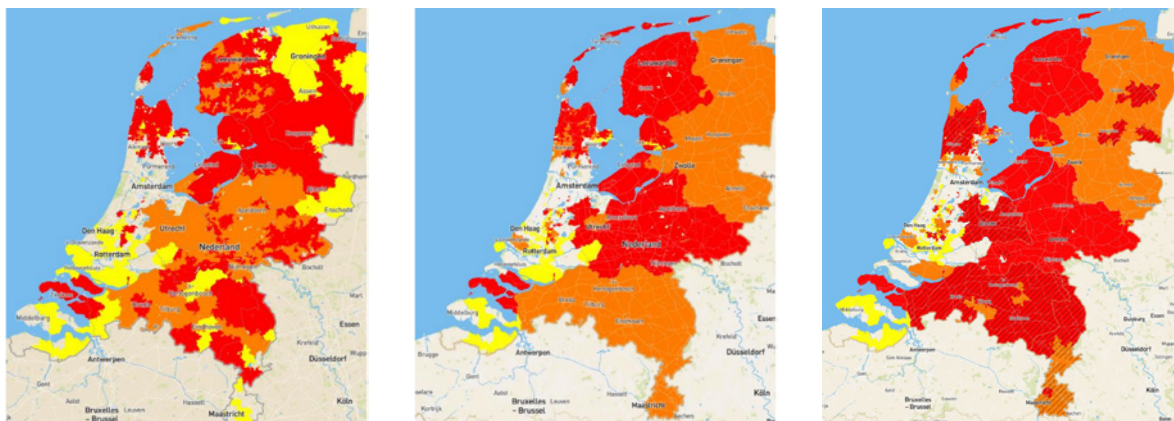
TNO verwacht dat we in 2033 pas te maken krijgen met een significante hoeveelheid zon-PV afval in kton. Met name tussen 2040 en 2045 zal de jaarlijkse hoeveelheid afval snel stijgen richting 233 kton, omdat dan de geïnstalleerde zonnepanelen van 2015 t/m 2020 worden vervangen. Na 2045 neem de jaarlijkse hoeveelheid afval niet meer toe aangezien TNO verwacht dat vanaf 2020 de groei van zon-PV maximaal is en gelijk blijft. TNO gaat uit van een groei van 3,5 GW/jaar en een levensduur van 25 jaar voor de zonnepanelen.

3.4 Transportschaarste en invoedingsnetcongestie

Ontwikkeling netcongestie

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 grootverbruikersaansluitingen toestaan voor het invoeden van elektriciteit. In de onderstaande drie kaartjes is te zien hoe de kaart steeds roder kleurt wat betekent dat er structureel invoedingscongestie bestaat.

Figuur 16: Ontwikkeling invoedingsnetcongestie.



Bron: Netbeheer Nederland

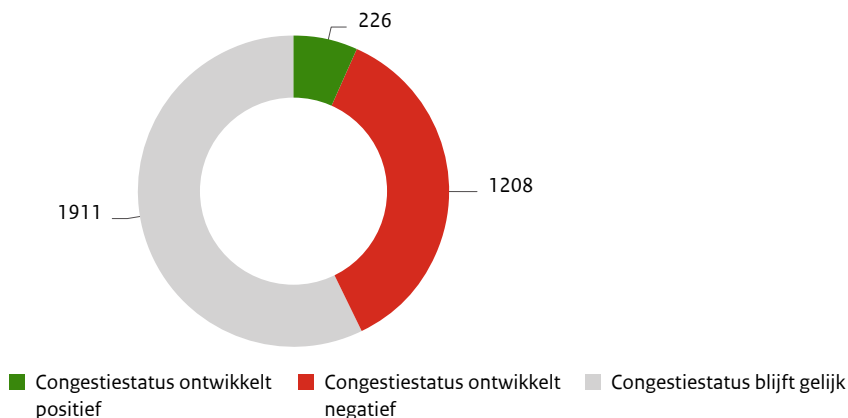
De kaarten zijn bedoeld voor projecten die via een grootverbruiksaansluiting (vanaf 3x80A) energie willen leveren aan het elektriciteitsnet. Op de kaarten staat de congestie status in een kleur uitgedrukt. De kleuren op de kaarten hebben de volgende betekenis:

- Transparant: (nog) geen transportschaarste
- Geel: transportschaarste dreigt, er geldt een aangepast offerteregime
- Oranje: vooraankondiging structurele congestie bij 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 wachtrij o.b.v. congestiemanagement.
- Rood gearceerd (vanaf 2024): Geen transportcapaciteit beschikbaar: de grenzen voor de toepassing van congestiemanagement zijn bereikt.

Sinds 2023 is de ruimtelijke spreiding van netcongestie op postcode-niveau inzichtelijk gemaakt door Netbeheer Nederland. In de periode tussen medio 2023 en medio 2024 is de congestiestatus, zoals die op de kaarten staan vermeld, bij twee derde van de postcode6-gebieden onveranderd. Bij 29% van de postcode6-gebieden is die verslechterd en bij 4% van de postcodegebieden verbeterd.

Voor de realisatie van projecten die nog niet zijn gerealiseerd, is van belang hoe de netcongestie zich ontwikkelt. Voor 1.208 MWp vermogen voor gebouwgebonden zon-PV projecten in de SDE-pijplijn is de congestiestatus verslechterd, voor 226 MWp is die verbeterd. We weten niet in welke mate de projecten in de pijplijn daadwerkelijk hinder hiervan ondervinden. Mogelijk zijn deze projecten zelf de oorzaak van een grotere schaarste van verwachte transportcapaciteit. Omdat alleen voor gebouwgebonden zon-PV projecten goed zicht is op de ligging in een postcodegebied is in figuur 17 alleen voor de pijplijn gebouwgebonden projecten inzichtelijk gemaakt hoe de congestie zich ontwikkelde tussen medio 2023 en medio 2024.

Figuur 17: Ontwikkeling netcongestie voor gebouwgebonden zon-PV in de pijplijn tussen medio 2023 en medio 2024 (MWp).



Bron: RVO en capaciteitskaarten Netbeheer Nederland

Oplossingen voor ondernemers

RVO heeft onderzoek laten uitvoeren naar oplossingen die door ondernemers in de praktijk worden toegepast door ondernemers die te maken hebben congestieproblemen. Hieruit zijn 49 praktijkvoorbeelden opgehaald waaruit vervolgens 7 oplossingen zijn gedestilleerd. Om tot een selectie aan oplossingen te komen, zijn verdiepende interviews uitgevoerd en zijn verschillende succes- en faalfactoren opgehaald. Opgehaalde informatie is gewogen tegen verschillende criteria, zoals het potentieel voor netcongestiereductie en de praktische uitvoerbaarheid. De oplossingen zijn in twee categorieën in te delen:

1. Individueel: oplossingen die zelf achter de netaansluiting gerealiseerd kan worden
2. Collectief: oplossing waar netaansluiting gedeeld moet worden, al dan niet in samenspraak met de netbeheerder

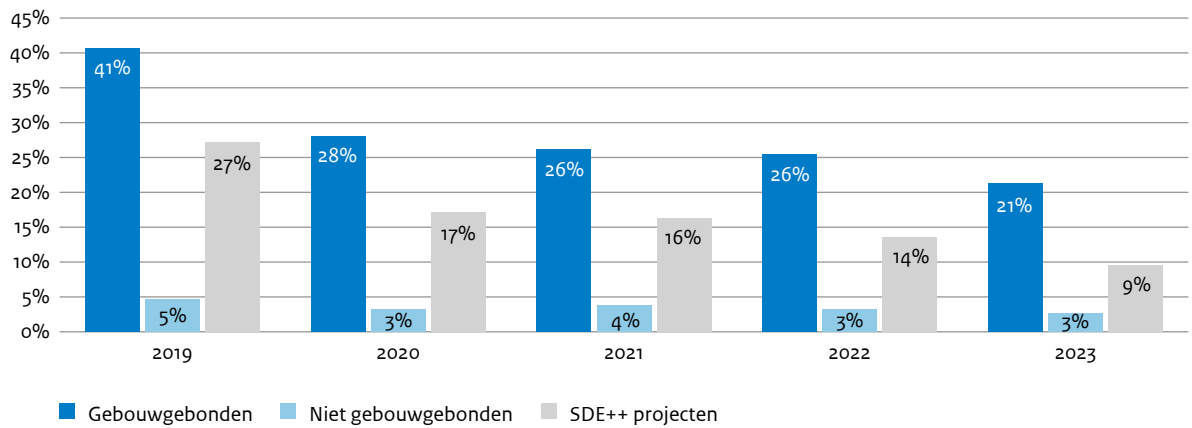
Tabel 16: Praktijkoplossingen bij netcongestie.

Individuele oplossingen	
Energiesturing achter de meter	Met energiesturing wordt real-time het energieverbruik van apparaten aangepast met behulp van een energiebeheersysteem. Bijv. laadpalen leveren meer stroom bij veel opwek van zonne-energie.
Elektriciteitsopslag	Overschotten van elektriciteit (bijv. zonnestroom) worden opgeslagen in een batterij om op een later moment te gebruiken.
Elektriciteitsconversie	Overschotten van elektriciteit (bijv. door zon-opwek) worden omgezet naar andere energiedragers zoals warmte en waterstof.
Capaciteitsbeperkingscontract (CBC)	Een CBC biedt bedrijven de mogelijkheid om hun elektriciteitsverbruik of -levering flexibel aan te passen op basis van de beschikbare capaciteit. Voor bijvoorbeeld een zonnepark kan een CBC worden afgesloten om op piekmomenten in aanbod van elektriciteit geen elektriciteit in te voeren. In een CBC maken de netbeheerder en de aangeslotene afspraken over ten minste de volgende zaken: <ul style="list-style-type: none"> • de maximaal te gebruiken transportcapaciteit; • of de reductie permanent geleverd wordt of gedurende af te spreken periodes; • de prijs in euro per megawatt voor de afgesproken reductie
Collectieve oplossingen	
Cable pooling	Met cable pooling worden verschillende energiebronnen met één netaansluiting gecombineerd. De combinatie zon en wind komt het meest voor, maar ook de combinatie met een batterijsysteem is mogelijk. De netcapaciteit wordt hierdoor beter benut.
Directe lijn	Met een directe lijn wordt direct elektriciteit (bijv. Zelf opgewekte zonnestroom) geleverd aan een afnemer met een grootverbruikersaansluiting zonder gebruik te maken van het elektriciteitsnet.
Collectieve oplossingen	
Groepscontracten	Met een groepscontract spreken meerdere bedrijven gezamenlijk contractvermogen af met de netbeheerder. Het belangrijkste kenmerk is dat de afnemer zelf 'slimme sturing' realiseert. Zo gebruiken bedrijven efficiënter de beschikbare capaciteit door vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen.

Bron: rapport *Oplossingen voor netcongestie bij bedrijven*, RVO

Eigen gebruik SDE-projecten

Eigen verbruik is een indicatie dat opwek achter de meter verbruikt wordt en daarmee het net minder belast. Van SDE++ projecten geeft onderstaande figuur het percentage eigen verbruik weer per realisatiejaar. Vanaf SDE 2018 is in de SDE een apart correctiebedrag voor eigen verbruik geïntroduceerd, waardoor eigen verbruik minder aantrekkelijk is geworden voor projecten gerealiseerd vanaf 2018. De verhouding van de productie in 2023 van alle in 2023 produceerde SDE-projecten is 75 % netlevering en 25 % eigen verbruik. Van projecten zonder SDE hebben we geen informatie over de mate van eigen gebruik van opgewekte elektriciteit.

Figuur 18: Gemiddelde eigen verbruik SDE++-projecten per realisatiejaar (% eigen gebruik van productie).

Bron: RVO

Bovenstaande figuur laat zien dat bij recenter gerealiseerde gebouwgebonden projecten het percentage eigen gebruik nog steeds afneemt en het percentage netlevering dus groter is geworden. Vanuit de belasting van het elektriciteitsnet gezien, is dat een ongewenste ontwikkeling. Waarom het eigen gebruik blijft afnemen, is niet onderzocht en daarom niet bekend.

4 Participatie

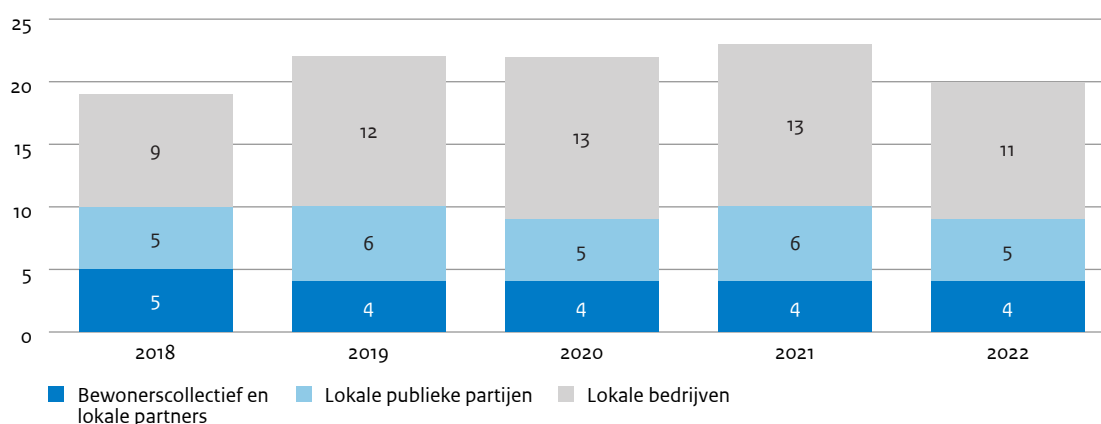
Voor het draagvlak voor zon-PV is participatie in zonprojecten en het financieel kunnen profiteren van de opbrengst van belang. In dit hoofdstuk gaan we daarom in op de bijdrage van coöperaties en VvE's en het gebruik van opgewekte zonnestroom door huishoudens en bedrijven op een kleinverbruiks aansluiting.

4.1 Lokaal eigendom van zonneparken

In het Klimaatakkoord is opgenomen dat gestreefd wordt dat 50% van de productie in 2030 van wind op land en niet-gebouwgebonden zon-PV systemen in eigendom is van de lokale omgeving. De voortgang hierin wordt gemeten in de Monitor Participatie hernieuwbaar op land. De monitor die rapporteert over in 2023 gerealiseerde niet-gebouwgebonden zon-PV verschijnt in najaar 2024.

Uit de participatiemonitor over het jaar 2022 blijkt dat de doelen uit het Klimaatakkoord nog niet gehaald worden. Het aandeel lokaal eigendom bij zonneparken is in 2022 licht afgenomen t.o.v. 2021. In 2022 zijn ten opzichte van eerdere jaren relatief veel grote zonneparken van meer dan 40 MWp gerealiseerd zonder lokaal eigendom. Waarom deze zonder lokaal eigendom zijn gerealiseerd is niet bekend. Bij de zonneparken is wel sprake van een toename van financiële participatie zonder eigendom, maar met een bijdrage aan een omgevingsfonds. Overigens neemt de absolute hoeveelheid vermogen in lokaal eigendom in alle jaren toe.

Figuur 19: Aandeel lokaal eigendom van zonneparken.

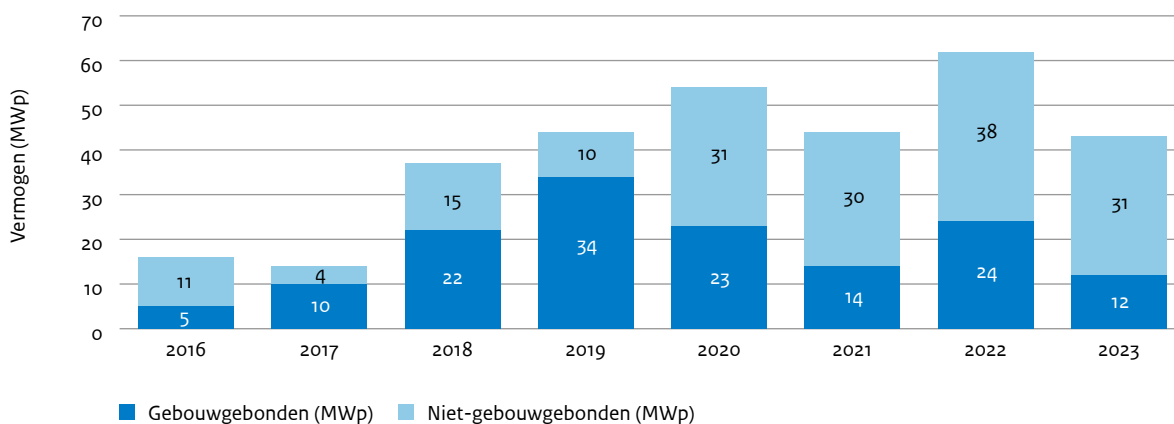


Bron: Monitor Financiële participatie 2022

4.2 Lokale energie coöperaties en VVE

Realisatie door energiecoöperaties

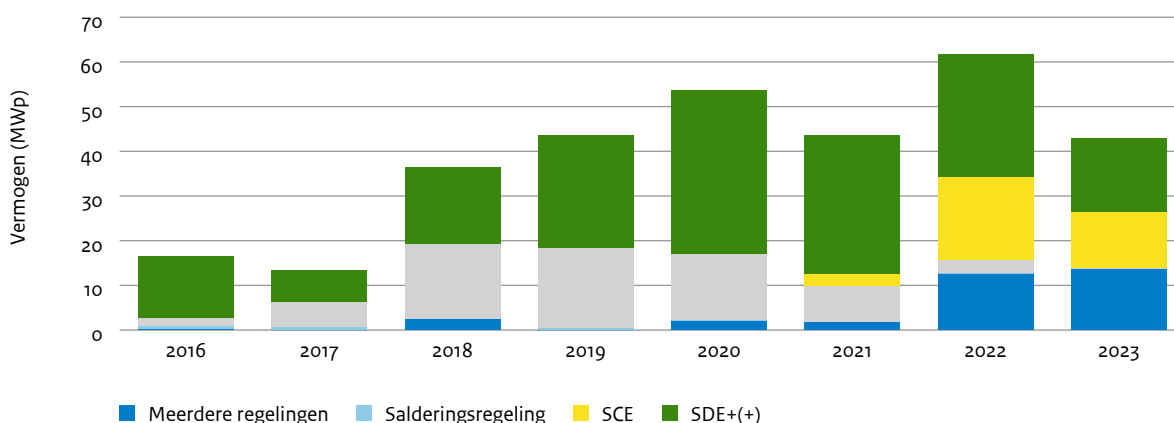
Het gerealiseerd vermogen door energiecoöperaties schommelt de afgelopen vijf jaar rond de 50 MWp per jaar. Het gerealiseerd vermogen was in 2023; 43 MWp. Volgens de Lokale Energiemonitor melden veel coöperaties dat ze hun plannen financieel niet rond krijgen door o.a. hogere arbeidskosten, dure verzekeringen en hogere rentes voor leningen. De afgelopen vier jaar realiseerden energiecoöperaties meer vermogen met gebouwgebonden installaties dan met niet-gebouw-gebonden installaties (zie figuur 20). Ten opzichte van de zonmarkt voor grootschalige systemen (>15kWp) vertegenwoordigt de lokale coöperatiesector (inclusief crowdfunding projecten en andere collectieven) in 2023 circa 2,3% van het opgesteld vermogen.

Figuur 20: Verdeling vermogen per categorie gerealiseerd door coöperatiesector.

Bron: Lokale energiemonitor 2023

Gebruik subsidieregelingen door energicoöperatie en Vereniging van eigenaars (VVE)

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 Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking (SCE) kun je als energicoöperatie of Vereniging van Eigenaren (VvE) gezamenlijk investeren in een productie-installatie voor hernieuwbare energie. In de afgelopen twee jaar speelt de SCE-regeling een bijna even grote rol als de SDE-regeling bij het realiseren van zon-PV projecten bij coöperaties (zie figuur 21). De SCE is, net als de SDE, een exploitatiesubsidie. Dat betekent dat RVO de subsidie uitkeert in de vorm van een bedrag per geproduceerde kWh.

Figuur 21: Bijgeplaatst zonvermogen door lokale energicoöperaties per jaar onderverdeeld naar regeling (MWp).

Bron: Lokale Energie Monitor 2023

Omdat de SCE regeling pas sinds april 2021 is opengesteld bevinden zich nog veel projecten in de pijplijn. In tabel 17 is de stand van zaken weergegeven.

Tabel 17: Stand van zaken SCE-regeling eind 2023.

	Vermogen (MWp)	Aantallen projecten
Aangevraagd	107	785
Gerealiseerd	35	369
Pijplijn	72	416

Bron: RVO

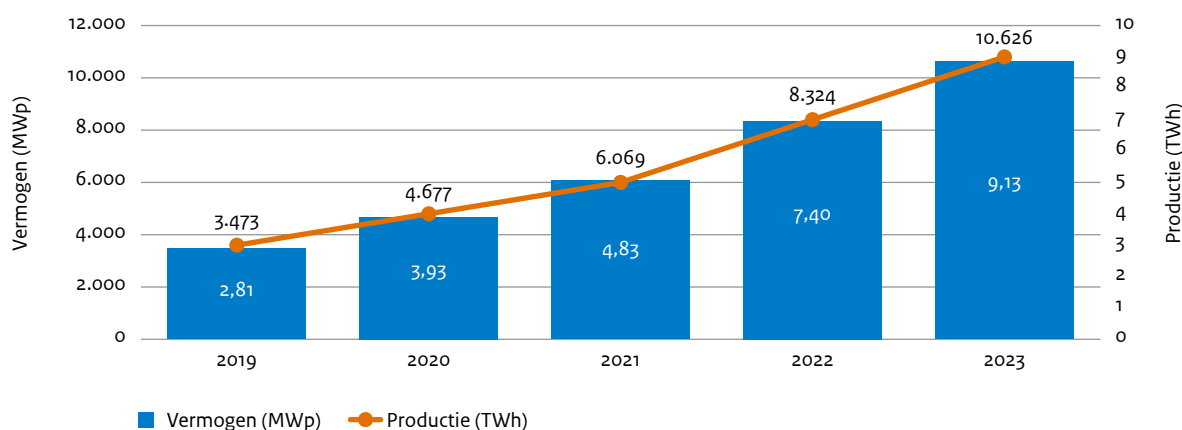
Ook VvE's maken gebruik van de SCE-regeling. Tot en met 2023 deden 31 VvE's een beroep op de SCE-regeling. Negen VvE's realiseerden het zon-PV project met behulp van SCE.

4.3 Ontwikkeling kleinschalige zon-PV en grootschalig zon op kleinverbruiksaan sluiting

Kleinschalig zon en grootschalig zon op een kleinverbruiksaan sluiting kan al jarenlang rekenen op een groot draagvlak. Deze projecten worden voornamelijk op daken gerealiseerd en vaak zijn het eigenaren of gebruikers van de panden die zelf investeren in zon-PV. Hierdoor is sprake van participatie en fors aandeel lokaal eigendom. Meer aanbod van elektriciteit door onder andere de toename van zonnestroom op de markt zorgt voor een prijsverlagend effect, waarvan alle afnemers van elektriciteit profiteren. Huishoudens met een eigen zon-PV systeem maar ook bedrijven met een kleinverbruiksaan sluiting profiteren vooral omdat die gebruik kunnen maken van de salderingsregeling. Dit financiële voordeel draagt onmiskenbaar bij aan het draagvlak voor de toepassing van zon-PV. Een zon-PV systeem kan nog tot circa 80 kWp worden aangesloten op een kleinverbruiksaan sluiting.

De overheid vergoedt aan leveranciers enkel het prijsverschil dat ontstaat met salderen door energiebelasting en btw. Toename in verschillen in marktprijzen van aan het net geleverde stroom en op een ander moment van het net afgenomen stroom leiden voor energieleveranciers tot hogere kosten. In 2023 zagen we steeds meer energieleveranciers die onderscheid tussen klanten maakten met zonnepanelen en klanten zonder zonnepanelen. Energieleveranciers geven hierbij aan dat er voor klanten met zonnepanelen kosten worden gemaakt, die lager of er niet zijn bij klanten zonder zonnepanelen. Leveranciers zijn namelijk verplicht te salderen maar moeten elektriciteit inkopen tegen een hoger tarief dan waarvoor ze terug geleverde stroom kunnen verhandelen en maken kosten voor congestie management en onbalans. De kosten werden altijd verdeeld over alle klanten, ook bij klanten die zelf geen zon-PV kunnen realiseren.

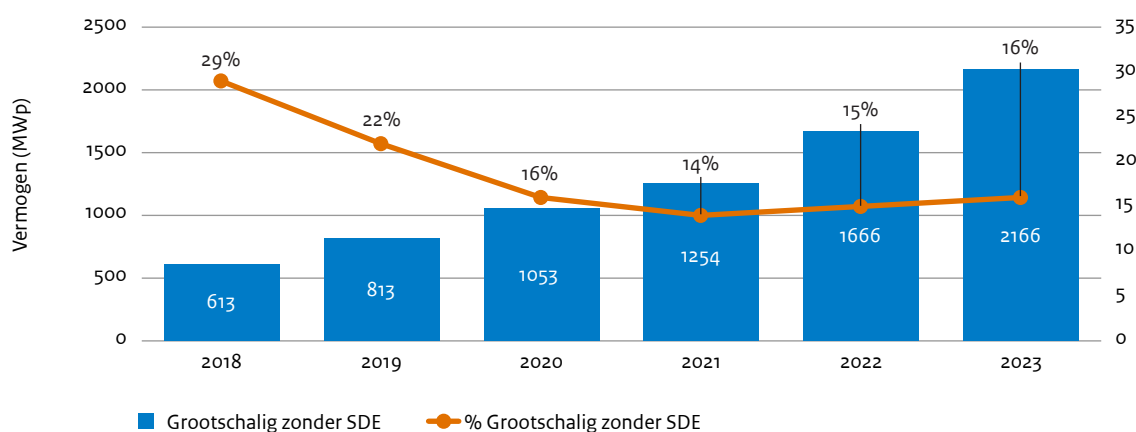
95% van kleinschalige zoninstallaties (tot 15 kWp) ligt op een woning. Maar ook op bedrijven worden kleinschalige zoninstallaties gerealiseerd. De ontwikkeling van kleinschalig zon-PV heeft zich sterk ontwikkeld. Bij het sluiten van het Klimaatakkoord ging men uit van een autonome groei naar 7 TWh in 2030. In 2023 was het kleinschalig opgestelde vermogen gegroeid naar 10.626 MWp en een productie van 9,1 TWh. De zonproductie op woningen voorzorg op jaarbasis in ongeveer 40% van het totaal huishoudelijk elektriciteitsverbruik van woningen in Nederland.

Figuur 22: Ontwikkeling vermogen en productie kleinschalige zon-PV.

Bron: CBS, 2022 en 2023 voorlopige cijfers

Zoninstallatie boven de 15 kWp noemen we grootschalig zon-PV. De SDE stimuleert grootschalige zon installaties aangesloten op een grootverbruik aansluiting. Veel bedrijven hebben echter een kleinverbruik aansluiting (maximaal 3 x 80 A) en realiseren daarmee ook installaties groter dan 15 kWp en kunnen hun productie – net als kleinschalig zon – salderen. Bijna alle grootschalige zon-PV installaties met een grootverbruikersaansluiting maken gebruik van de SDE-regeling. De hoeveelheid grootschalige zon-PV dat geen gebruik maakt van de SDE-regeling geeft daarom een goede inschatting van grootschalige zon-PV op een kleinverbruik aansluiting. In figuur 23 laten we de ontwikkeling in vermogen van deze categorie zien en ook het aandeel van het grootverbruik dat geen gebruik maakt van SDE.

Figuur 23: Vermogen grootschalig zon-PV dat geen gebruik maakt van SDE.



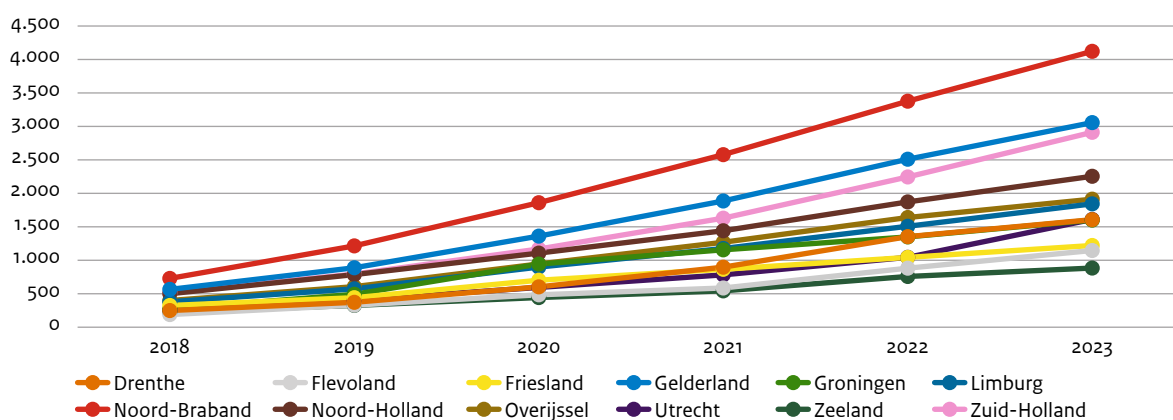
Bron: RVO en CBS

5 Regionale ontwikkelingen

5.1 Verdeling opgesteld vermogen

Het grootste vermogen zon-PV is opgesteld in de provincie Noord-Brabant (4.122 MWp). Het laagste opgestelde zon-PV vermogen heeft de provincie Zeeland (884 MWp). In figuur 24 is de ontwikkeling van de hoeveelheid zon-PV in de periode 2019 t/m 2023 per provincie weergegeven.

Figuur 24: Ontwikkeling zon-PV per provincie.



Bron: CBS

De provincie Zuid-Holland heeft het grootste aandeel kleinschalig vermogen (53%) van het vermogen in de provincie en Flevoland het laagste aandeel (24%).

De verdeling van het grootschalige vermogen (>15 kWp) over gebouwgebonden en niet-gebouwgebonden systemen verschilt sterk per provincie. Van het opgestelde grootschalige vermogen (>15 kWp) heeft de provincie Utrecht het grootste aandeel gebouwgebonden systemen (87%) en de provincie Drenthe het laagste aandeel (24%).

5.2 Verdeling realisatie en pijplijn SDE-projecten

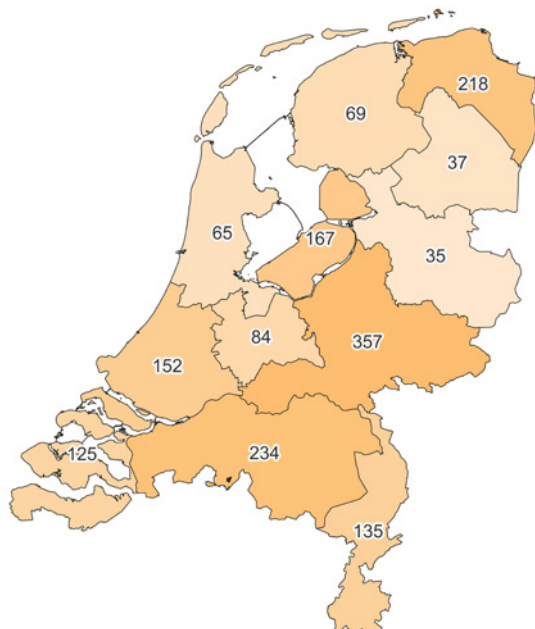
Realisatie zon-PV met SDE per provincie

In 2023 werd in de provincie Gelderland het grootste vermogen zon-PV met SDE gerealiseerd. In deze provincie ligt ook het grootste zonnepark dat in 2023 in gebruik werd genomen (80 MWp). In figuur 25 is de totale hoeveelheid gerealiseerde zon-PV met SDE weergegeven. Figuur 26 laat de hoeveelheid gerealiseerde gebouwgebonden zon-PV met SDE zien.

De grootste hoeveelheid gebouwgebonden zon-PV met SDE werd in 2023 in Zuid-Holland gerealiseerd (120 MWp). Het grootste gebouwgebonden project in Zuid-Holland dat in 2023 werd gerealiseerd heeft een vermogen van 9 MWp.

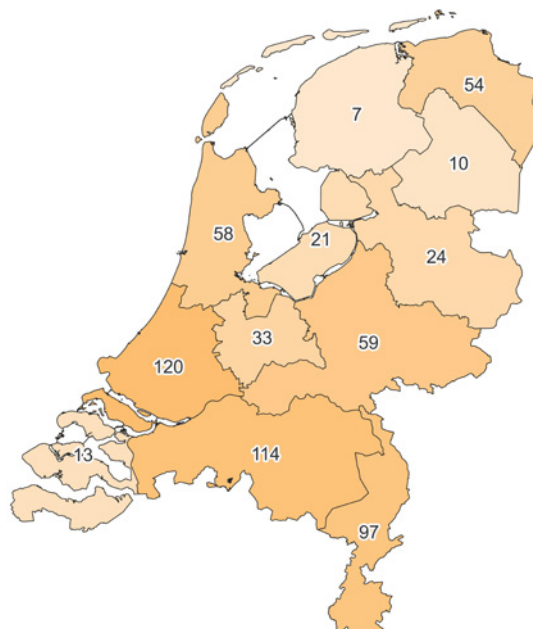
In de provincie Noord-Holland bestond 91% van het gerealiseerde vermogen met SDE uit gebouwgebonden zon-PV systemen. Dit is het hoogste percentage van alle provincies. Het laagste percentage gebouwgebonden systemen werd in de provincie Friesland gerealiseerd (9%).

Figuur 25: Realisatie zon-PV met SDE in 2023 (MWp).



Bron: RVO

Figuur 26: Realisatie gebouwgebonden zon-PV met SDE in 2023.



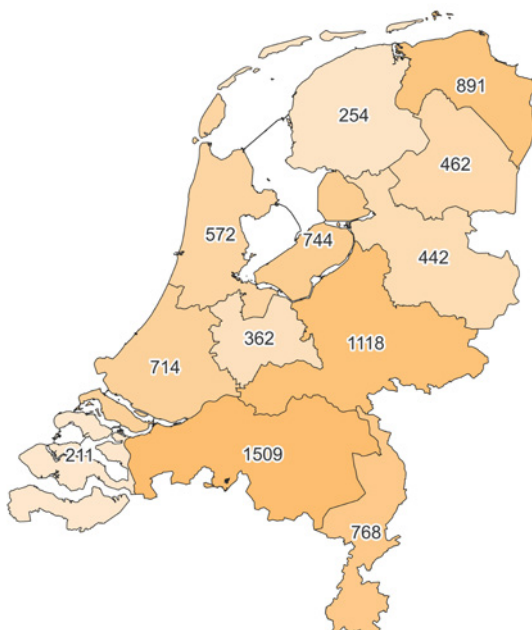
Bron: RVO

Zon-PV met SDE in de pijplijn

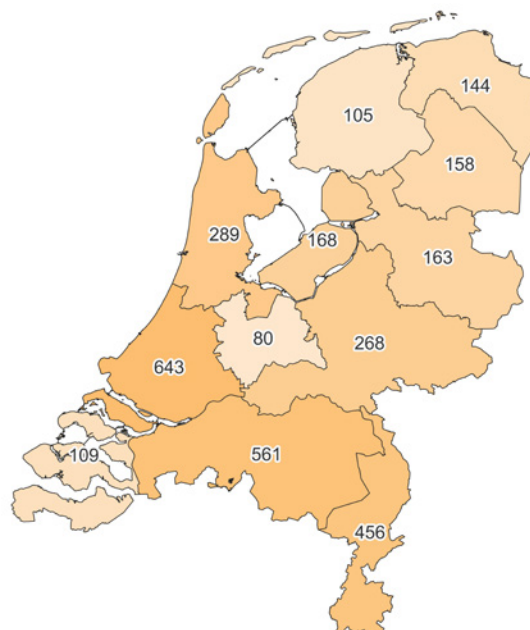
De verzameling projecten met een SDE-beschikking die nog niet zijn gerealiseerd noemen we de pijplijn van de SDE. De omvang van de pijplijn SDE-projecten verschilt sterk per provincie. De provincie Noord-Brabant heeft het grootste vermogen nog in de pijplijn van de SDE. In figuur 27 staat de pijplijn vermogen zon-PV per provincie. Het grootste zonnepark met een SDE-beschikking dat nog niet is gerealiseerd, ligt in de provincie Groningen (176 MWp).

In figuur 28 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, in ieder geval, twee redenen. In de eerste plaats omdat de vrijval het grootst is bij gebouwgebonden projecten. Vrijval wil zeggen dat projecten niet, of slechts gedeeltelijk gerealiseerd worden. In de tweede plaats vanwege 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 om daken en gevels. De monitoring van de voorkeursvolgorde zon-PV is bij de afspraken over de aanscherping van de voorkeursvolgorde zon (meer toelichting in de Inleiding) belegd bij het Nationaal Programma Regionale Energiestrategieën (NPRES).

Het grootste aandeel gebouwgebonden zon-PV in de pijplijn van de SDE heeft de provincie Zuid-Holland. 90% van de projecten zijn daar gebouwgebonden.

Figuur 27: Pijplijn zon-PV met SDE (MWp).

Bron: RVO

Figuur 28: Pijplijn gebouwgebonden zon-PV met SDE (MWp).

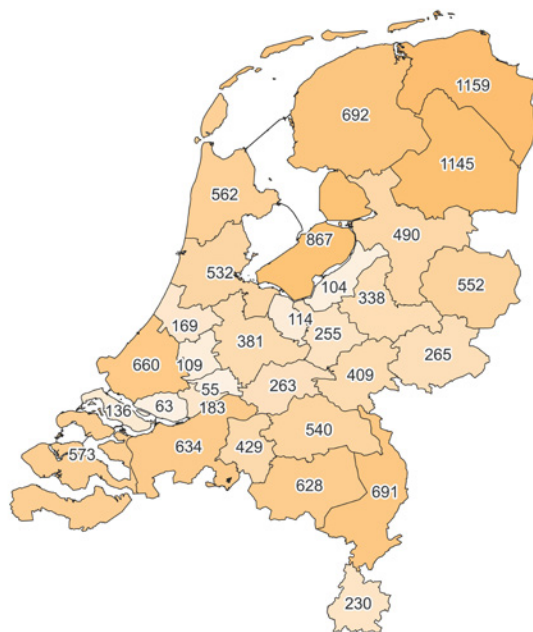
Bron: RVO

5.3 Bijdrage grootschalig zon-PV aan doelen Klimaatakkoord

In het Klimaatakkoord is een doelstelling voor opwekking met wind op land én grootschalige zonne-energie van 35 Terawattuur (TWh) in 2030 afgesproken. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) monitort de voortgang van de regionale energiestrategieën (RES'en) en publiceert hierover jaarlijks een monitoringsrapport.

In 2023 is er 13.546 MWp opgesteld vermogen van grootschalige zon-PV systemen aanwezig. Dit komt overeen met 12,4 TWh geproduceerde elektriciteit (op basis van vollasturen uit het Begrippenkader RES). In figuur 29 staat het geïnstalleerde vermogen van grootschalig zon-PV per RES-regio. De RES-regio's Groningen en Drenthe beschikken over het grootste vermogen grootschalige vermogen zon-PV.

Figuur 29: Vermogen grootschalig zon (>15kWp) per RES-regio 2023 (MWp).



Bron: CBS

RVO verwacht op basis van haar prognose (zie paragraaf H1.3 en H1.5) dat in 2024 1,9 GWp extra grootschalige zon wordt gerealiseerd met behulp van SDE. De verwachte jaarproductie uit grootschalig zon-PV zou daarmee in 2024 kunnen groeien naar ca. 14 TWh zonnestroom.

Regionale factsheets

Meer gegevens over zon-PV op het niveau van provincies, RES-regio en gemeenten zijn te vinden in de Regionale Klimaatmonitor⁹.

⁹ <https://klimaatmonitor.databank.nl/dashboard/dashboard/regionale-factsheet-zon-pv>

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 | Oktober 2024
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.