



Zon op kleine daken, gevels en carports in Utrecht: 2025 en 2030



Inhoudsopgave

- 1 Samenvatting
- 2 Zon op kleine daken
- 3 Zon op gevels
- 4 Zon op parkeerterreinen
- 5 Bibliografie

Bijlagen

- A Historische groei zon op kleine daken
- B Investeringsbereidheid aanschaf zonnepanelen



1 Samenvatting

Begin 2021 heeft CE Delft een studie voor de gemeente Utrecht uitgevoerd waarin is gekeken naar de ontwikkeling van grootschalige zon-pv op daken. Met verschillende scenario's is in beeld gebracht hoe de ontwikkeling in de gemeente kan verlopen richting 2030. Naast grootschalige zon-pv, is het ook voor kleinschalige zon-pv op daken, zon-pv op gevels en op parkeerterreinen interessant om een goede inschatting te hebben van hoe de zonnestroomproductie zich gaat ontwikkelen richting 2030. Het doel van het onderzoek is om richting te geven aan het nieuwe 'Zon op dak'-programma. In dit programma worden maatregelen opgenomen om zon-pv te stimuleren.

Binnen deze studie is gebruik gemaakt van historische groei, literatuur en de invloed van verschillende factoren. Hiermee is bepaald hoe de groei van de volgende toepassingen zon-pv zich de komende jaren gaat ontwikkelen in de gemeente Utrecht:

- zon-pv op kleine daken (opgesteld vermogen < 15 kWp, maximaal 50 panelen);
- zon-pv op gevels;
- zon-pv op parkeerterreinen (carports).

Voor deze toepassingen zijn dezelfde drie scenario's bekeken als in de eerdere studie, waarbij we ook het tussenresultaat van 2025 weergeven:

1. Scenario 'Meest waarschijnlijk'.
2. Scenario 'Alles zit mee'.
3. Scenario 'Alles zit tegen'.

In deze samenvatting geven we enkel de resultaten van het Scenario 'Meest waarschijnlijk'. Er is per toepassing aangegeven of dit grootschalige zon-pv betreft, die valt onder de RES of kleinschalige zon-pv. Om een indicatie te geven of het voor de gemeente nuttig is om het op te nemen in het programma 'zon op dak', worden ook de volgende drie categorieën weergegeven in de tabel:

1. Heeft de toepassing een grote opwekpotentie?
2. Is de groei autonoom of is er een grote onzekerheid?
3. Heeft de gemeente een relatief grote invloed op het groeiscenario?

Een grote opwekpotentie gecombineerd met een niet-autonome groei en een grote mogelijke invloed van de gemeente, duidt er op dat het nuttig kan zijn dat de gemeente deze toepassing gaat stimuleren.

Resultaten

In Tabel 1 zijn de resultaten van het meest waarschijnlijke scenario van de vier toepassingen weergegeven. Zon-pv op grote daken, grote gevels en grote carports valt in de meeste gevallen onder de RES. Zon-pv op kleine daken, kleine gevels en kleine carports niet.

Tabel 1 - Resultaten van de verschillende toepassingen in het scenario 'Meest waarschijnlijk' in GWh/jaar

Toepassing zon-pv	2020	2025	2030	RES?	Opwek-potentie	Autonome groei	Invloed gemeente
Grote daken	75	236	260	Ja	++	+	+-
Kleine daken	51	95	119	Nee	++	++	-
Grote gevels	0,1	0,2	0,5	Ja	+	--	+-
Kleine gevels	Ca. 0	Ca. 0	Ca. 0	Nee	-	-	-
Grote carports	0,9	2,1	3,9	Ja	+	-	++
Kleine carports	Ca. 0	Ca. 0	Ca. 0	Nee	-	-	-

Zon-pv op grote daken

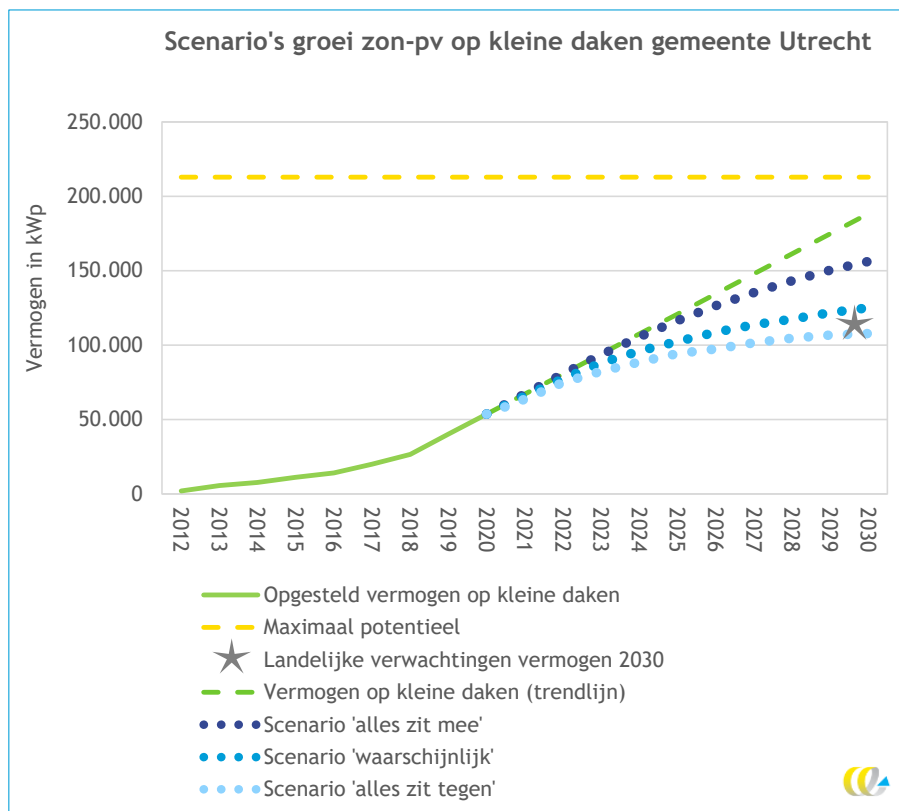
De resultaten laten zien dat de opwek van zon op grote daken het meeste vermogen zon-pv zal leveren. Er is hier al een redelijk autonome groei, maar de gemeente heeft er wel invloed op. Naast RES-projecten vallen ook postcode-roosprojecten onder zon op grote daken, maar het aandeel hiervan is zeer beperkt (CE Delft, 2021).

Zon-pv op kleine daken

Zon op kleine daken heeft een groot aandeel in de totale opwek van zon-pv. Zonne-installaties op kleine daken vallen onder de salderingsregeling. De ontwikkeling van zon op daken is redelijk autonoom en de gemeente heeft hier niet zo veel invloed op.

Uit het onderzoek komt naar voren dat in de gemeente Utrecht voornamelijk afgelopen twee jaar heel veel zon-pv op kleine daken gerealiseerd is. Dit is zelfs zoveel dat de doelstellingen van de gemeente voor 2025 al zijn bereikt. Er is een sterke groei die zich waarschijnlijk nog even voortzet. Voor de verdere ontwikkeling van zon-pv op kleine daken zal de afbouw van de salderingsregeling een effect hebben. Daarnaast zal het aantal mensen dat kan en wil investeren de komende jaren minder worden, omdat deze groep al zonnepanelen heeft. Hierdoor zal de groei niet lineair door blijven gaan komende jaren, maar zal verzadiging optreden, zie Figuur 1.

Figuur 1 - Scenario's groei zon-pv op kleine daken in de gemeente Utrecht



Zon-pv op gevels

Bij zon op grote gevels is er pas een heel klein deel van de potentie benut, er is nog geen autonome groei en mede daardoor lijkt de invloed van de gemeente groot, zeker voor hun eigen vastgoed.

De ontwikkeling van zonnegevels is momenteel nog onduidelijk. Het is afwachten tot de technologie voldoende ontwikkeld is en opgenomen wordt in de markt. De opbrengst van panelen op gevels is lager dan op daken en daarnaast is de toepassing duurder. Zon-pv toepassen op kleine gevels is nog kostbaarder. Huidige projecten met zon-pv op gevels zijn op dit moment maatwerkprojecten, waarbij het rendabeler is om grote installaties toe te passen.

Zon-pv op carports

Voor zon op grote carports (parkeerterreinen) is er ook nog een grote potentie die benut kan worden. De ontwikkeling is al iets verder dan die van zon op gevels. Ook hier heeft de gemeente invloed op de ontwikkeling. Veel parkeerterreinen die in aanmerking komen voor solar carports zijn publiek terrein. De gemeente is ook verantwoordelijk voor het ruimtelijk beleid, de vergunningverlening en het besluitvormingsproces.

De toepassing van zon-pv boven parkeerterreinen is een recente ontwikkeling. Schaalgrootte is een belangrijke voorwaarde voor een haalbare businesscase. Hierbij gaat het om locaties waar minimaal 400 kWp opgewekt kan worden (meer dan 150 parkeerplaatsen). Landelijk is de groei van solar carports de laatste jaren ingezet. In Nederland zijn er momenteel 25 grote projecten met zonnepanelen boven parkeerterreinen (solar carports).

2 Zon op kleine daken

Met zon op kleine daken wordt bedoeld zonne-installaties met een maximum vermogen van 15 kWp, wat neerkomt op 50 zonnepanelen. De panelen kunnen liggen op zowel woningen als bedrijfsdaken. In de afgelopen tien jaar is de toepassing zon op dak flink uitgebreid.

Circa 1,5 miljoen huishoudens hebben nu zonnepanelen liggen (augustus, 2021), tegenover 1 miljoen vorig jaar. Ook huurwoningen krijgen steeds vaker zonnepanelen, meldt het Voortgangsoverleg Klimaatakkoord op basis van gegevens van onderzoeksbureau Dutch New Energy Research (DNER).

De overheid probeert al lange tijd zon op kleine daken te stimuleren. Op dit moment zijn er tal van financiële regelingen voor particulieren en bedrijven (kleinverbruikers) om de initiële investeringskosten te verlagen (btw-teruggave en EIA) of de meerkosten van duurzame energie te vergoeden (salderingsregeling, postcoderoosregeling). Daarnaast zijn er nog regelingen om het gemakkelijker te maken om de investeringskosten bij elkaar te krijgen, bijvoorbeeld door middel van energiebespaarlening en lokale subsidies.

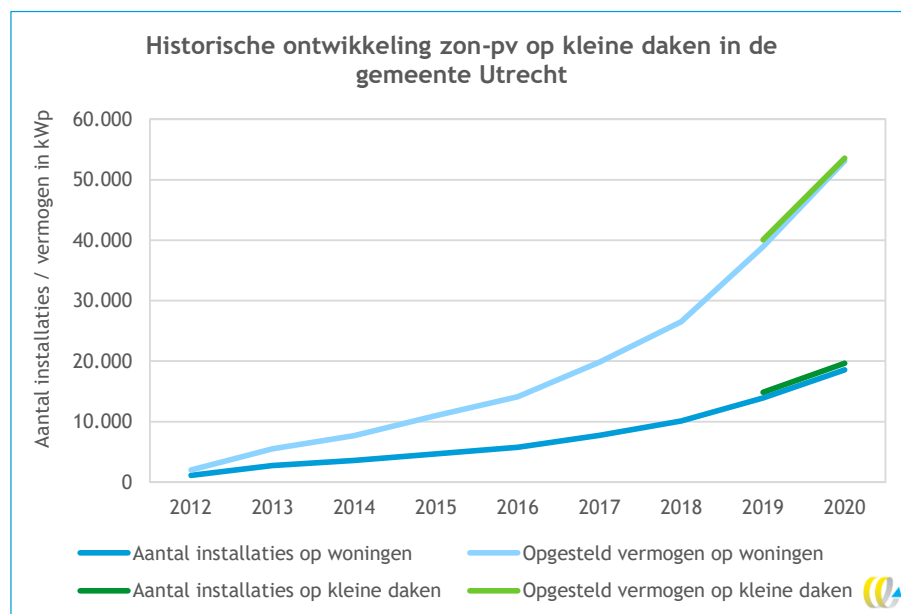
Figuur 2 - Zonnepanelen op woningen



Historische groei

In de gemeente Utrecht heeft zon-pv op kleine daken sinds 2012 een hoge vlucht genomen. Van ruim 1.000 installaties in 2012 met een vermogen van bijna 2.000 kWp naar ruim 18.500 installaties in 2020 met een vermogen van ruim 50.000 kWp (zie Figuur 3).

Figuur 3 - Historische ontwikkeling zon-pv op kleine daken in de gemeente Utrecht (CBS)



De volledige groep kleine daken met zonne-installaties en de subgroep woningen met zonnepanelen zijn weergegeven in Figuur 3. Het grootste deel van de kleine daken met zonne-installaties (ongeveer 95%) zijn woningdaken en slechts een beperkt deel (ongeveer 5%) zijn kleine bedrijfsdaken met zonne-installaties. In Bijlage A is een tabel weergegeven met de waarden die gebruikt zijn in de grafiek.

Totaal potentieel

De gemeente Utrecht had in 2019 in totaal 89.200 daken, waarvan 72.800 geschikt voor zonnepanelen ('Zon op dak, Aanpak 2019-2022', gemeente Utrecht). In 2020 lagen er op bijna 19.700 daken zonnepanelen, met een totaal piekvermogen van ruim 50.000 kWp (opbrengst: 47,5 GWh/jaar) (bron: CBS). Elk jaar neemt het gemiddeld piekvermogen van de installaties die worden geplaatst iets toe, doordat zonnepanelen efficiënter worden. Het gemiddeld piekvermogen van de nieuw geplaatste installaties in 2019 was ongeveer 3 kWp (2.850 kWh/jaar). Wanneer we voor het potentieelvermogen van de geschikte daken die nog over zijn voor zon-pv-installaties ook uitgaan van 3 kWp per installatie, betekent dit dat het potentieel aan zon-pv op kleine daken in de gemeente Utrecht ruim 210.000 kWp (199,5 GWh/jaar) bedraagt.

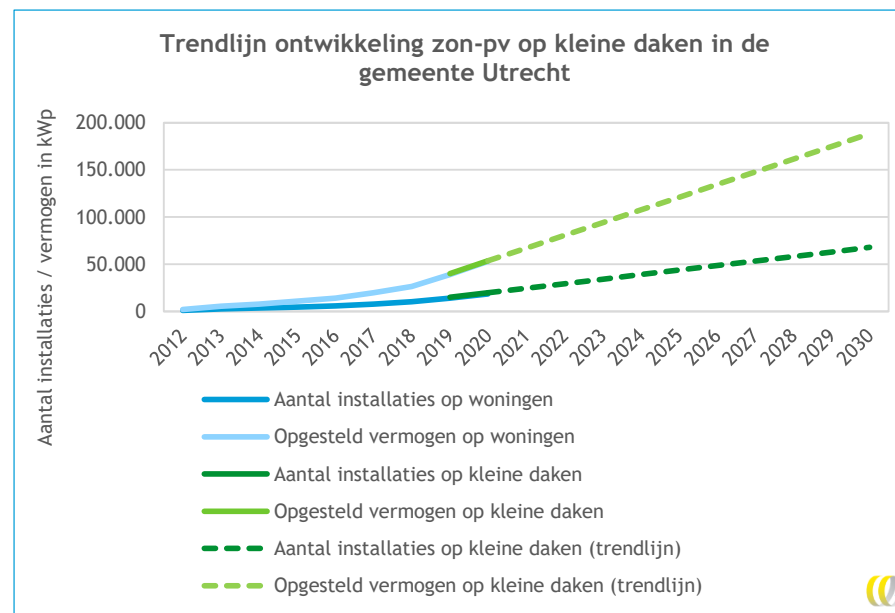
Inschattingen realisatie 2025 en 2030

Er kan op basis van verschillende gegevens een inschatting worden gemaakt van de realisatie van zon-pv op daken in 2025 en 2030. Dit kan bijvoorbeeld op basis van historische groei, op basis van landelijke verwachtingen en op basis van gemeentelijke doelstellingen. Verschillende, vaak nog onzekere, factoren zullen uiteindelijk bepalen hoe de ontwikkeling van kleinschalige zon-pv op daken uiteindelijk zal verlopen. De drie genoemde methoden om de realisatie in te schatten worden bekeken om zo mogelijk te gebruiken in de scenario's, naast een aantal factoren dat verder van invloed kan zijn op de uiteindelijke realisatie in 2025 en 2030.

Inschatting op basis van historische groei

Zon-pv is de afgelopen jaren zeer snel gegroeid. In de jaren 2012 tot 2018 is dit een exponentiële groei geweest. De laatste twee jaar heeft de groei zich lineair doorgezet. Voor een inschatting van de groei komende jaren, gaan we uit van een voortzetting van de lineaire groei van afgelopen twee jaar. Op basis van deze trendlijn, zullen er in 2025 bijna 44.000 zon-pv-installaties liggen op kleine daken, met een vermogen van 120 MWp en een jaarlijkse opbrengst van 115 GWh. In 2030 zal het gaan om bijna 68.000 kleine daken met zon-pv met een totaal piekvermogen van bijna 190 MW en een jaarlijkse opbrengst van 180 GWh, zie Figuur 4.

Figuur 4 - Trendlijn ontwikkeling zon-pv op kleine daken in de gemeente Utrecht



Inschatting op basis van landelijke verwachtingen

In 2019 werd er in Nederland 9 petajoule (2,5 TWh) aan stroom opgewekt door zonnepanelen op woningen. De verwachting is dat in 2030 bijna 26 petajoule (7,2 TWh) zal zijn (PBL, 2020). Dit betekent een toename van 189%. Als we ervan uit gaan dat de gemeente Utrecht een zelfde toename zal laten zien als landelijk wordt voorspeld, betekent dit dat er in 2030 rond de 110 MW aan piekvermogen aan kleine zonne-installaties ligt op de daken van woningen en bedrijven (105 GWh).

Gemeentelijke doelstelling

Het huidige college van de gemeente Utrecht heeft een eerdere doelstelling voor daken met zonnepanelen verhoogd, namelijk van 10% in 2020, naar 20% van de Utrechtse daken in 2025. Om dit doel te behalen is door de gemeente een ‘Zon op dak aanpak 2019-2022’ opgesteld. Op dit moment liggen er op 17,3% van de Utrechtse daken (Gemeente Utrecht, 2021).

Factoren van invloed op ontwikkeling

Of de inschattingen in de vorige paragrafen zullen worden behaald of de realisatie van zon-pv op kleine daken zelfs hoger uit zal vallen, is afhankelijk van een aantal factoren. De belangrijkste factoren zijn de investeringsbereidheid en de rentabiliteit. Overige factoren die een belemmering kunnen vormen voor de realisatie van zon-pv op kleine daken, zijn te vinden in Bijlage B.

Investeringsbereidheid

In 2020 heeft CE Delft in opdracht van de SP een onderzoek uitgevoerd naar zon op daken (CE Delft, 2020b). Hierin is vooral gekeken naar de regelingen die er zijn om zon-pv te stimuleren en welk beleid er nog zou kunnen worden toegepast om zon-pv verder te stimuleren. Binnen dit onderzoek is een enquête gehouden onder woningeigenaren om inzicht te krijgen in mogelijke beperkende factoren voor de aanschaf van zonnepanelen. Uit de enquête, met 1.035 respondenten, blijkt dat de meeste

consumenten meer worden gedreven door financiële prikkels dan door duurzaamheid. Eén van de belangrijkste belemmeringen die meermaals wordt genoemd is de initiële investering en de terugverdientijd. Veel mensen vinden de huidige terugverdientijd te lang. Daarnaast is er onzekerheid over de investering, onder andere door een gebrek aan vertrouwen in overheidsregelingen en onzekerheid over bijvoorbeeld de afbouw van de salderingsregeling.

Uit deze enquête komt dus naar voren hoe belangrijk financiële stimuleringsregelingen zijn voor de aanschaf van zonnepanelen en dat onzekerheid over toekomstig rendement een belemmerende factor is voor investeringen in zon-pv.

Rentabiliteit

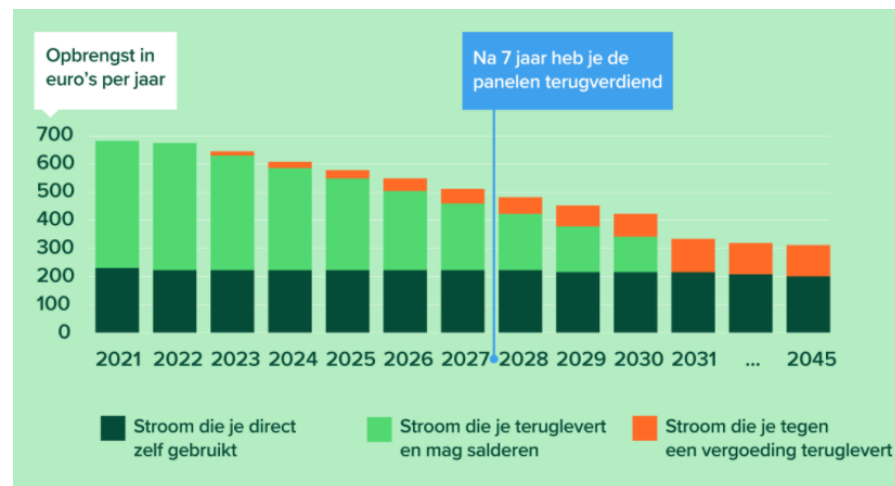
De rentabiliteit van zon-pv wordt hoofdzakelijk bepaald door de ontwikkeling van energieopbrengst van zonnepanelen en de prijs van de panelen en van elektriciteit. De ontwikkeling in energieopbrengst heeft een positief effect op de aanschaf van zonnepanelen, omdat panelen steeds efficiënter worden. Daarentegen is de overheid van de plan om de salderingsregeling af te schaffen, waardoor de financiële opbrengst omlaag zal gaan.

De salderingsregeling zorgt er momenteel voor dat een huishouden of klein bedrijf haar zelfgeproduceerde stroom mag terug leveren aan het elektriciteitsnet en dit mag wegstrepen tegen gebruik van stroom op een ander moment.



Dit zorgt ervoor dat van alle elektriciteit die wordt opgewekt in een jaar, mits minder dan het eigen verbruik over dat jaar, de opbrengst voor de eigenaar van de zonnepanelen even hoog is als de elektriciteitsprijs, inclusief belastingen. De overheid is van plan de salderingsregeling af te bouwen tot nul in 2031. In het wetsvoorstel dat er nu ligt staat dat een zonnepaneeleigenaar ieder jaar 9% minder mag salderen. De Tweede Kamer heeft het wetsvoorstel voor de afbouw van de salderingsregeling controversieel verklaard. Hierdoor wordt een beslissing over het wel of niet aannemen van de wet uitgesteld tot na de formatie van een nieuw kabinet. Het is echter nog onduidelijk of het plan door gaat en in welke vorm. Indien het huidige plan doorgaat, betekent dit dat de financiële opbrengst van zonnepanelen in 2031 voor de eigenaar ongeveer de helft zal zijn van de huidige jaarlijkse opbrengst, zie Figuur 5.

Figuur 5 - Opbrengst zonnepanelen bij aanschaf in 2021



Bron: Milieu Centraal.

Een verhoging van de efficiëntie van zonnepanelen, een verlaging van de prijs van panelen en een stijging van de elektriciteitsprijs, zijn factoren die er voor kunnen zorgen dat het ook zonder salderingsregeling rendabel blijft om panelen aan te schaffen.

Efficiëntie en prijs zonnepaneel

Uit financieel oogpunt zijn er twee belangrijke ontwikkelingen gaande op het gebied van zonnepanelen. Enerzijds is er een efficiëntieverbetering gaande waardoor het vermogen van panelen die op de markt beschikbaar zijn elk jaar toeneemt. Anderzijds heeft zon-pv afgelopen decennium een kostendaling doorgemaakt, die komende jaren naar verwachting wat vertraagt en wat minder sterk door zal zetten dan afgelopen decennium (Greenspread, 2021). Tussen 2020 en 2030 wordt een gemiddelde kostendaling per Wattpiek verwacht van ongeveer 15% (kostprijs zonnepanelen inclusief montage en installatie) (CE Delft, 2020a).

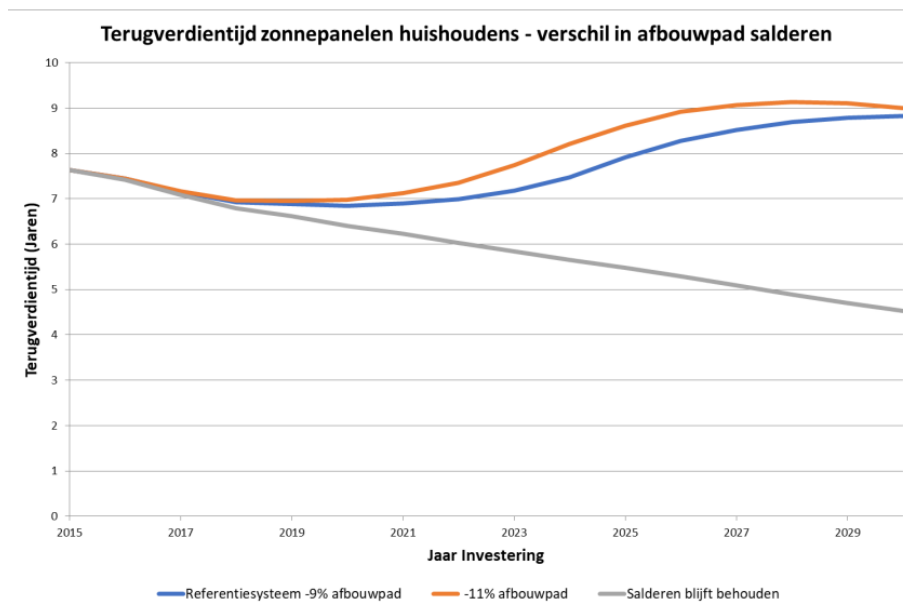
Elektriciteitsstarieven

Hoe de elektriciteitsprijs zal evolueren is erg onzeker, met name op momenten dat de zon schijnt en de zon-pv-productie overvloedig is. De KEV 2019 (PBL, 2019) gaat uit van een prijsstijging van de groothandelsprijs van elektriciteit, terwijl de prijs voor zon-pv in sommige scenario's stijgt en in andere scenario's daalt (CE Delft, 2021).

In Figuur 6 (TNO, 2020) is te zien dat ook met afbouw van de salderingsregeling de aanschaf van zonnepanelen rendabel is, ook al is de terugverdientijd een stuk langer wanneer de salderingsregeling wordt ingevoerd. In de grafiek zijn drie scenario's weergegeven. De grijze lijn geeft de terugverdientijd per jaar van investering weer wanneer de salderings-

regeling niet wordt afgeschaft. Hieraan is te zien dat hoe later in de tijd wordt geïnvesteerd, hoe rendabeler zonnepanelen zijn. De blauwe lijn geeft weer wat de terugverdientijd per jaar van investeren is wanneer de salderingsregeling wordt ingevoerd met een afbouw van 9% elk jaar en de oranje lijn geeft de terugverdientijd per jaar van investeren weer wanneer de salderingsregeling met een afbouw van 11% per jaar wordt ingevoerd. Wel is te zien dat de terugverdientijd stijgt van zeven jaar bij investering op dit moment naar negen jaar bij investering in 2030.

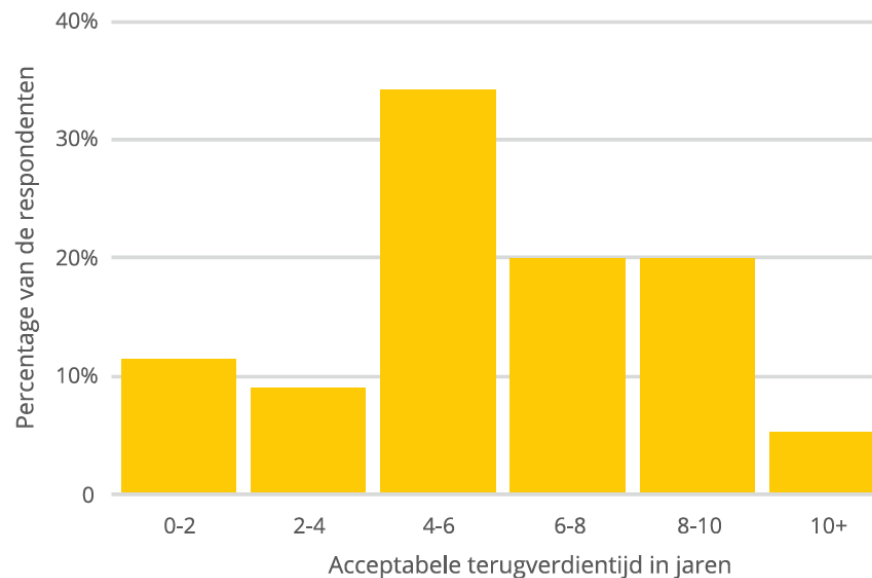
Figuur 6 - Terugverdientijd zonnepanelen huishoudens - verschil in afbouwpad salderen



Bron: (TNO, 2020).

Uit het Nationaal Solar Trendrapport 2021 blijkt dat een acceptabele terugverdientijd een gevoelig punt is voor woningeigenaren, zie Figuur 7.

Figuur 7 - Acceptabele terugverdientijd van investeringen volgens woningeigenaren



Bron: Nationaal Solar Trendrapport 2021.

Van de respondenten is 45% bereid te investeren bij een terugverdientijd van meer dan zes jaar. Dit percentage daalt tot 25% indien de terugverdientijd stijgt boven de acht jaar. Dit laat zien dat het maximumpotentieel, zeker wanneer de salderingsregeling wordt afgeschaft, bij lange na niet gehaald zal worden.

Naast objectieve financiële overwegingen zijn er ook nog vele andere subjectieve factoren (zoals populariteit, uitstraling en ontzorging) die ook meespelen in de keuze voor het plaatsen van zonnepanelen.

1. Scenario 'Meest waarschijnlijk'

De salderingsregeling wordt afgeschaft volgens het plan dat er nu ligt (9% afbouwpad). De prijs van zonnepanelen daalt met 15% per Wattpiek en de elektriciteitsprijs blijft gelijk.

2. Scenario 'Alles zit mee'

De salderingsregeling wordt niet afgeschaft. De prijs van zonnepanelen daalt meer dan 15% per Wattpiek en de elektriciteitsprijs gaat omhoog.

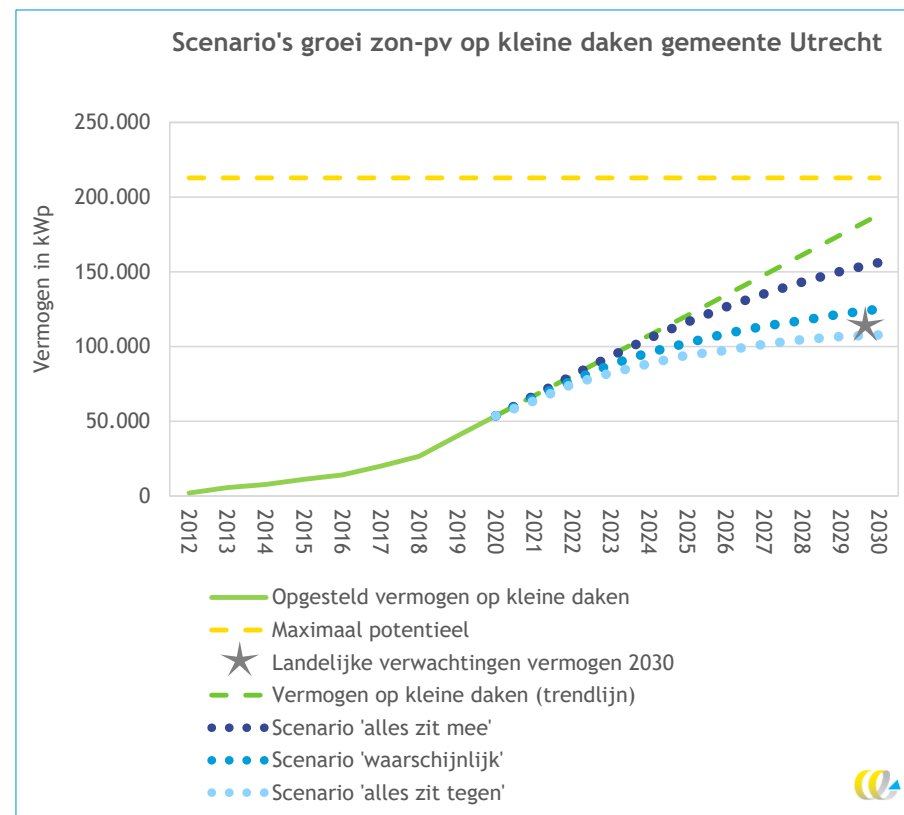
3. Scenario 'Alles zit tegen'

De salderingsregeling wordt afgeschaft met een afbouwpad van 11% per jaar. De prijs van zonnepanelen daalt minder dan 15% per Wattpiek en de elektriciteitsprijs gaat omlaag.

Tabel 2 - Opbrengst uit zon-pv op kleine daken in de verschillende scenario's

Scenario	2020	2025	2030
Alles zit tegen	51 GWh/jaar	89 GWh/jaar	103 GWh/jaar
Waarschijnlijk	51 GWh/jaar	95 GWh/jaar	119 GWh/jaar
Alles zit mee	51 GWh/jaar	116 GWh/jaar	156 GWh/jaar

Figuur 8 - Scenario's groei zon-pv op kleine daken in de gemeente Utrecht



In het meest waarschijnlijke scenario blijft het rendabel om zonnepanelen aan te schaffen, ook al loopt de terugverdientijd op naar negen jaar. Dit zorgt ervoor dat de groei van zon-pv komende jaren afvlakt. Daarnaast zijn er altijd mensen die niet zullen investeren om verschillende redenen. Om die reden is het niet waarschijnlijk dat het maximum potentieel zal worden behaald, zeker niet binnen tien jaar.

Het verwachte vermogen in dit scenario komt uit op 102 MWp (95 GWh/jaar) en 36.000 in 2025 en 43.000 installaties met een piekvermogen van 125 MWp (119 GWh/jaar) in 2030.

Dit ligt iets hoger dan de verwachting in het KEV, omdat deze gebaseerd is op gegevens van 2019 en de gegevens van 2020 hierin niet zijn meegenomen, terwijl in een 2020 een grote stijging van het aantal zonnepanelen heeft plaatsgevonden.

In het scenario 'Alles zit mee', wordt het rendabeler om zon-pv aan te schaffen. De enorme groei die zon-pv op kleine daken heeft doorgemaakt afgelopen jaren zal nog een aantal jaren aanhouden. Daarna zal de markt wat verzadigder raken en zullen de mensen die niet willen of kunnen investeren, geen zonnepanelen aanschaffen. Het verwachte vermogen in dit scenario komt uit op 116 MWp (110 GWh) en 41.000 installaties in 2025 en 54.000 installaties met een piekvermogen van 156 MWp (150 GWh/jaar) in 2030.

In het scenario 'Alles zit tegen', zal het aantal zon-pv installaties dat op dit moment per jaar wordt geplaatst sneller afnemen, omdat het minder rendabel wordt om te investeren. De komende jaren wordt de rentabiliteit nog lager en zal het tempo waarin nieuwe installaties worden geplaatst verder afnemen. Het verwachte vermogen in dit scenario komt uit op 94 MWp (89 GWh) en 33.000 installaties in 2025 en 38.000 installaties met een piekvermogen van 108 MWp (103 GWh) in 2030.

3 Zon op gevels

Naast het plaatsen van zonnepanelen op daken, kunnen zonnepanelen ook worden geplaatst op, of geïntegreerd in gevels. De panelen zijn dan verticaal georiënteerd in plaats van horizontaal of schuin met een hellingshoek. Gevels gericht op het oosten, zuiden en westen met voldoende zoninstraling zijn geschikt voor de toepassing van zonnegevels.

Er zijn twee typen zonnepanelen op gevels:

1. Zonnepanelen die op en aan gebouwen gemonteerd worden (Building Applied PV, 'BAPV').
Dit is de meest gekende vorm van zonne-installaties. Bij BAPV worden reguliere zonnepanelen los op de gevel gemonteerd.
2. Gebouw geïntegreerde zonnepanelen (Building Integrated PV, 'BIPV').
Zonnepanelen worden geïntegreerd in de gevels en glaspartijen op een flexibele en esthetische wijze. Bij BIPV zijn zonnepanelen een essentieel onderdeel van de gevel.

Om een gewenste uitstraling van de gebouwen te bekomen, wordt de laatste tijd sterk ingezet op gebouwgeïntegreerde zonnepanelen voor gevels. Gevels zijn goed zichtbaar, in tegenstelling tot daken. Verschillende partijen, waaronder TNO, ontwikkelen een 'nieuwe generatie' zonnepanelen die opvallend of esthetisch aantrekkelijk in de gevel verwerkt worden.

De BIPV-techniek is nog in ontwikkeling. Er wordt uitgebreid onderzoek verricht door verschillende partijen waaronder TNO om de opbrengst onder verschillende omstandigheden vast te stellen en het product verder te verbeteren.

Figuur 9 - BAPV- (boven) en BIPV- (onder) zonnegevels



Bron: (AD, 2020) (Techniek Nederland, 2018).

Historische ontwikkeling

De toepassing van zon-pv op gevels is beperkt in Nederland. Dit heeft te maken met knelpunten die verderop genoemd worden. De laatste jaren zijn er meerdere BIPV-startprojecten met gevels gerealiseerd. Zonnepanelen op gevels worden niet afzonderlijk gemonitord in statistieken van bijvoorbeeld het CBS. Uit inschattingen blijkt dat slechts 0,04% van de potentie van geïntegreerde zonnepanelen wordt benut in Nederland (NEBER, 2016).

In Utrecht is er één voorbeeldproject met zonnegevels, namelijk de 'Energiecentrale' in Overvecht. Het gaat om een prototype testflat waarbij zonnepanelen op het flatgebouw gemonteerd zijn om het gebouw zo energieleverend te maken. Naast zonnepanelen op het dak, is er een 500-tal zonnepanelen bevestigd aan de gevel. Omgerekend komt dit neer op een vermogen van rond de 160 kWp. Deze leveren jaarlijks ongeveer 0,1 GWh aan stroom. Hierbij houden we rekening met een opbrengstverschil van ca. 25% ten opzichte van zonnepanelen op daken. Zonnegevels vangen immers minder zonlicht op door hun verticale oriëntatie.

Bij zonnegevels wordt het grootste gedeelte van zon-pv gerealiseerd bij nieuwbouwprojecten of tijdens grondige renovatiewerken van hoge gebouwen. De bestaande bouw komt dus in mindere mate in aanmerking, in tegenstelling tot zon-pv op daken waar vaak zonnepanelen op bestaande daken worden geplaatst.

Figuur 10 - Energieleverende hoogbouwflat Henriëttedreef in Utrecht



Bron: (TKI inside out, 2021).

Schatting potentieel

De Analysekaarten NP RES hebben de theoretische potentie zonne-energie op gevels voor Utrecht vastgesteld op 337 TJ/jaar (94 GWh/jaar) (NP RES, 2020). Bij die bepaling is een benuttingsgraad van 39% (waardoor raampartijen en dergelijke worden uitgesloten) van het geveloppervlak hoger dan vier meter (kopgevels) van het straatniveau gehanteerd. De helft van de kopgevels is ongeschikt vanwege een verkeerde oriëntatie.

Een potentiële uitrol van zon-pv op gevels volgens de Roadmap PV-systemen kan leiden tot een pv-bedekking van 12 tot 24% van de geveloppervlak in 2050 (Folkerts, et al., 2017). Uit een andere analyse blijkt dat zonnegevels 20% extra potentieel (40 GWh/jaar) bieden ten opzichte van zonnedaken op gebouwen (TKI Urban Energy & Generation Energy, 2021).

Richting 2025 en 2030

De ontwikkeling van zonnegevels is momenteel nog onduidelijk. Het is afwachten tot de technologie voldoende ontwikkeld is en opgenomen wordt in de markt.

De NP RES geeft zonnegevels een kleine marktkans richting 2030 (NP RES, 2020). Dit heeft te maken met staat van de techniek. Deze wordt gemeten met de 'Technology Readiness Level' (TRL) die in 2017 vastgesteld is op 5 tot 6 in de Roadmap PV-systemen (Folkerts, et al., 2017). Dit betekent

dat de techniek gevalideerd en gedemonstreerd is in de werkelijke omgeving, maar nog geen bestaande markt-oplossing is. Met de huidige pilotprojecten afgelopen jaren is de technologie al een stap verder in ontwikkeling, en is de stap naar een concurrentiële marktoplossing wel dichterbij.

Wanneer de techniek verder ontwikkelt en zonnegevels vaker toegepast worden, zullen zonnegevels ook zonder pilot-subsidies hun plaats in de markt vinden. Zonnegevels worden vaak op hoge en grote gebouwen toegepast en bestaan vaak uit veel zonnepanelen. Het is te kostbaar om zon-pv toe te passen op kleine gevels, omdat het plaatsen van zon-pv op gevels nog niet zo gangbaar is als dat op daken. Huidige projecten met zon-pv op gevels zijn op dit moment maatwerkprojecten, waarbij het rendabeler is om grote installaties toe te passen. Installaties met meer dan 50 zonnepanelen hebben een vermogen van meer dan 15 kW en komen dus in aanmerking voor de SDE-subsidieregeling. Concurrentie voor SDE+++-subsidie tussen zonnegevels en andere systemen zoals zonne-installaties op daken kan belemmerend werken voor de ontwikkeling van zonnegevels. Zonne-installaties op daken hebben een hogere opbrengst, zijn daardoor financieel gunstiger, en maken dus meer kans om daadwerkelijk in aanmerking te komen voor een SDE+++-subsidie. Het hangt natuurlijk af hoeveel projecten inschrijven op de beschikbare subsidiepot.



Hierna geven we een ruwe inschatting van de ontwikkeling van zonnegevels door een toename in het aantal projecten. Per project gaan we uit van een opbrengst van 0,1 GWh/jaar. Een belangrijke factor bij het realiseren van projecten naar 2030 toe is dat de techniek zich komende tijd nog financieel concurrentieel zal moeten bewijzen. Hoeveel projecten er juist zullen volgen is nog erg onzeker. Aangezien zonnegevels een kleine marktkans hebben richting 2030 (NP RES, 2020), is de algemene verwachting dat er een laag aantal projecten volgt de komende tien jaar.

Tabel 3 - Opbrengst uit zon-pv op gevels in de verschillende scenario's

Scenario	2021	2025	2030
Alles zit tegen	0,1 GWh/jaar	0,1 GWh/jaar	0,1 GWh/jaar
Waarschijnlijk	0,1 GWh/jaar	0,2 GWh/jaar	0,5 GWh/jaar
Alles zit mee	0,1 GWh/jaar	0,4 GWh/jaar	1,0 GWh/jaar

Belangrijkste kansen en knelpunten

Voordelen:

- Zonnepanelen op gevels vormen een aanvulling op zonnepanelen op daken, zeker wanneer daken weinig ruimte bieden. Met de invoering van de BENG- en NOM-normering zal een aanzienlijke hoeveelheid duurzame energie opgewekt moeten worden op het eigen perceel met zonnepanelen. Vooral bij hoogbouw kunnen zonnegevels

oplossingen bieden als aanvullend oppervlak van het beperkte dakoppervlak.

- Met de ontwikkeling van BIPV is flexibele en esthetische integratie mogelijk.
- Zonnegevels dragen bij aan een betere verdeling van de zonnestroomproductie. Zonnegevels leveren meer zonnestroom wanneer de zon laag staat: gedurende de ochtend/avond en tijdens de winter. Zonnepanelen op daken zijn vaak schuin op het zuiden gericht en leveren vooral overdag.

Knelpunten:

- Zonnepanelen op de gevel leveren minder zonnestroom dan schuin georiënteerde zonpanelen (op daken). Geschat wordt dat de opbrengst van zonnepanelen op gevels 15 tot 25% minder is dan wanneer deze op het dak worden geplaatst (NEBER, 2016).
- Uitdaging om de gevelelementen in allerlei verschillende vormen en maten beschikbaar te maken, om aan te sluiten op de gewenste uitstraling.
- BAPV is esthetisch minder aantrekkelijk en heeft zodoende minder draagvlak bij de omwonenden.
- Zonnepanelen op gevels zijn duurder dan zonnepanelen op daken. Geïntegreerde zonnepanelen kunnen financieel nog niet concurreren met gangbare gevelbezettingen, maar eventueel wel met gevelbekledingen in het hogere prijssegment (Folkerts, et al., 2017) (SEAC, 2016).

Succesfactoren:

- Momenteel worden startprojecten uitgevoerd die vaak gepaard gaan met subsidies. Zo kunnen ontwikkelaars ervaring opdoen, de techniek verbeteren en volume maken zodat de techniek financieel aantrekkelijk wordt (TULiPPS Solar, 2020).

Kansen voor gemeentelijk beleid:

- Strengere maar bovenwettelijke eisen zoals NOM-normering hebben een sterker effect dan de algemeen toegepaste BENG-normering. Hier kan de gemeente enkel op inspelen via gemeentelijke tenders.
- Faciliteren of ondersteunen van startprojecten kan de ontwikkeling en het succes van zonnegevels vergroten.

4 Zon op parkeerterreinen

Naast het plaatsen van zon-pv op gebouwen (op daken en gevels), zijn ook parkeerterreinen een mogelijke locatie voor de opwek van duurzame energie. Een parkeerterrein waar zon op valt, kan overkapt worden met een solar carport: een overkapping waar pv-panelen op geplaatst worden.

Parkeerlocaties kunnen opgedeeld worden in drie categorieën op basis van eigendom:

1. Openbaar (locaties in het beheer van een publieke partij, meestal de gemeente. Hieronder vallen zowel individuele plekken langs de straat als parkeerterreinen).
2. Privaat (locaties in het beheer van een private partij, zoals bij utiliteitsgebouwen of een evenementenlocatie).
3. Particulier (parkeerplaatsen in het bezit van een particulier, zoals woningen).

Uit een recente studie van Merosch en CE Delft (Merosch, 2021) komt naar voren dat schaalgrootte een belangrijke voorwaarde is voor een haalbare businesscase. Hierbij gaat het om locaties waar minimaal 400 kWp kan worden geïnstalleerd. Dit komt ongeveer overeen met locaties met meer dan 150 parkeerplaatsen. Individuele (of kleine) parkeerlocaties, zoals langs de straat of in woonwijken, lijken op dit moment economisch niet geschikt voor een solar carport. De investering in de constructie waar de

zonnepanelen op liggen, is niet rendabel bij een kleine hoeveelheid panelen. Ook niet wanneer je saldering kunt toepassen. Kleine parkeerlocaties zijn ook vaker omringd door gebouwen en hebben daardoor veel schaduw. Kleine locaties zijn dus weinig geschikt. Voor particulieren kan het in sommige gevallen wel interessant zijn om een solar carport te plaatsen als bijvoorbeeld zon op dak niet mogelijk of gewenst is.

Vooraf grote solar carports (> 400 kWp) zullen dus worden gerealiseerd. Bovendien produceren grote solar carports veel meer zonnestroom. Ontwikkelaars van grote solar carports kunnen gebruik maken van de SDE-subsidieregeling. De projecten tellen mee in de RES.

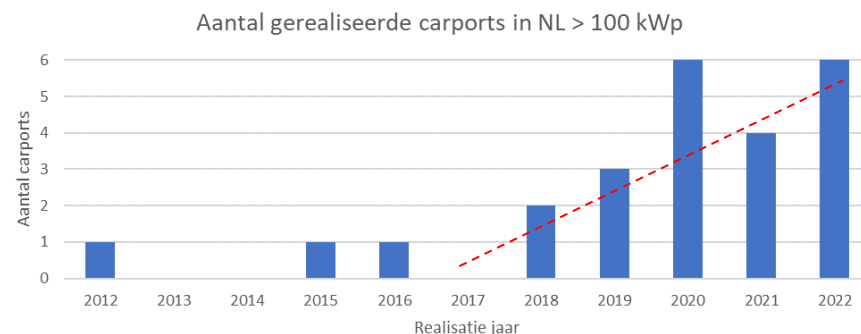
Figuur 11 - Solar carport



Historische ontwikkeling

De toepassing van zon-pv boven parkeerterreinen is een recente ontwikkeling, zie Figuur 12. Merosch en CE Delft (2021) hebben een marktverkenning uitgevoerd naar de verschillende gerealiseerde projecten in Nederland, en welke er de komende twee jaar gerealiseerd gaan worden. De grafiek laat zien dat de markt jong is, maar dat deze zich de laatste jaren steeds verder ontwikkelt. In 2012 is de eerste grootschalige solar carport boven een parkeerterrein opgeleverd. Pas in de laatste jaren (vanaf 2018) neemt het aantal gerealiseerde carports per jaar toe, waarbij een aantal de komende jaren nog wordt opgeleverd.

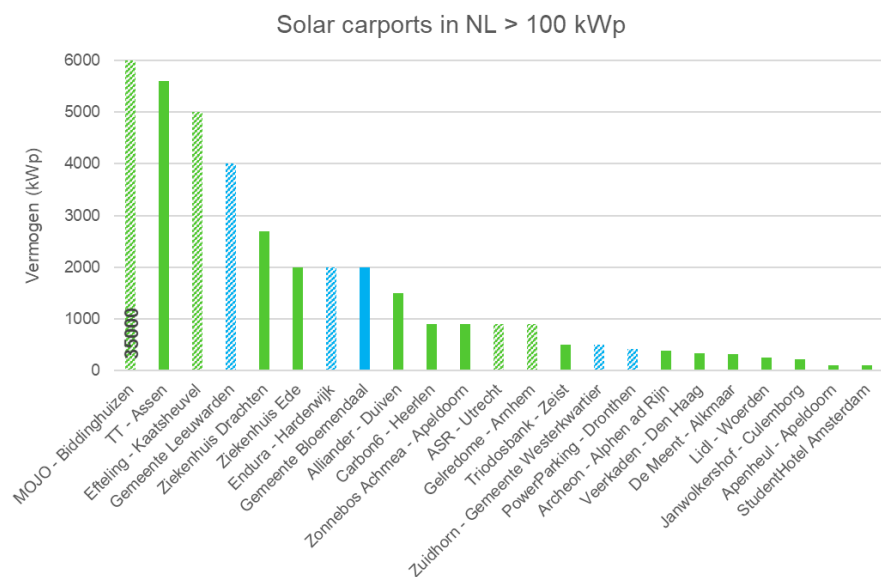
Figuur 12 - Aantal gerealiseerde solar carports per jaar in Nederland



Bron: (bron: Merosch, 2021).

In totaal zijn er ongeveer 25 projecten gerealiseerd of in ontwikkeling in Nederland, zie Figuur 13.

Figuur 13 - De 25 reeds gerealiseerde solar carportprojecten



Een van deze 25 projecten is gelegen in de gemeente Utrecht, namelijk de ontwikkeling van de solar carport op het parkeerdek bij het kantoor van a.s.r., zie Figuur 14. Dit project is momenteel in ontwikkeling, en zal bij voltooiing plaats bieden aan meer dan 2.000 panelen met een geschat vermogen van 900 kWp. Deze carport heeft een geschatte energieproductie van ongeveer 0,85 GWh.

Figuur 14 - Solar carport in aanbouw bij hoofdkantoor a.s.r. Utrecht

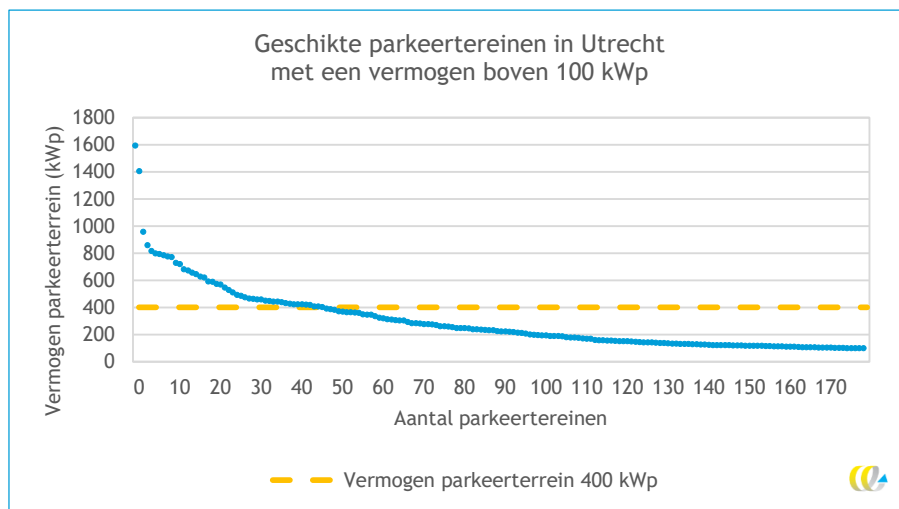


Bron: (AD, 2021).

Schatting potentieel

De gemeente Utrecht heeft beschikking tot de tool 'Park the Sun' waarmee de potentie van solar carports in de gemeente wordt weergegeven. In de tool worden potentiële locaties weergegeven met een inschatting van het potentiële vermogen. Een aantal locaties zijn aangemerkt als zijnde 'niet-geschikt'. Dit heeft de gemeente aangegeven. Zoals naar voren is gekomen in de studie van Merosch en CE Delft zijn momenteel alleen projecten met een vermogen van meer dan 400 kWp economisch rendabel. Zodoende passen we dit als filter toe in de tool 'Park the Sun'. Met dit filter zijn er volgens de tool 48 potentiële locaties. Deze locaties hebben bij elkaar opgeteld een potentie van ruim 25.000 kWp (24 GWh/jaar). Het gaat om een oppervlak van 372.000 m². Gemiddeld gezien heeft een geschikte locatie een vermogen van ca. 600 kWp, maar individuele locaties kunnen een veel hogere potentie hebben.

Figuur 15 - Geschikte parkeerterreinen in Utrecht met een vermogen boven 100 kWp



Wanneer we kijken naar de GIS-analyse van Merosch en CE Delft blijkt dat veel van de parkeerterreinen die door de Park the Sun-tool zijn aangemerkt als potentiële locaties, ook door CE Delft als zo danig zijn aangemerkt. Uit de studies komen drie typen locaties naar voren die vaak grootschalig zijn en potentieel interessant voor de ontwikkeling van solar carports:

¹ Een project van 600 kWp bestaat uit zo'n 1.300 zonnepanelen (100 x 30 meter) en levert 0,6 GWh/jaar aan zonnestroom. Gemiddeld gezien heeft een geschikte locatie een vermogen van ca. 600 kWp.

- overstaplocaties (overstap van auto op een ander vervoermiddel, zoals trein, boot of vliegtuig);
- evenementen en recreatierterreinen;
- kantoren en bedrijventerreinen.

Richting 2025 en 2030

In 2022 zijn er waarschijnlijk in Nederland 25 grote solar carports gerealiseerd, waarvan één in Utrecht. Dat is een beperkt aantal, maar laat wel zien dat de techniek bewezen is. Vanuit de historische evolutie zien we dat een stijging in gerealiseerde projecten is ingezet. Gezien een doorlooptijd van meerdere jaren is, lijkt het mogelijk dat nog enkele nieuwe projecten voor 2025 gerealiseerd zullen worden. Daarna kan bij aanhoudende groei het aantal projecten verder toenemen richting 2030. In Tabel 4 is een inschatting gegeven van de opbrengst van solar carports in de verschillende scenario's. In het scenario 'Alles zit mee' worden snel stappen gezet om nieuwe solar carports op te starten, zodat drie nieuwe projecten¹ gerealiseerd worden voor 2025. In het meest waarschijnlijke scenario zijn dat er twee en in het 'Alles zit tegen'-scenario wordt er één nieuwe solar carport gerealiseerd. Richting 2030 wordt de groei die we de afgelopen jaar ook in de landelijke cijfers zien verder gezet.

Tabel 4 - Opbrengst uit zon-pv op carports in de verschillende scenario's (incl. a.s.r.)

Scenario	2022	2025	2030
Alles zit tegen	0,85 GWh/jaar	1,5 GWh/jaar	2,7 GWh/jaar
Waarschijnlijk	0,85 GWh/jaar	2,1 GWh/jaar	3,9 GWh/jaar
Alles zit mee	0,85 GWh/jaar	2,7 GWh/jaar	6,9 GWh/jaar

Opmerking: De 0,85 GWh/jaar in 2022 is de opbrengst bij de solar carport van a.s.r.

Belangrijkste kansen en knelpunten

Voordelen/kansen:

- meervoudige ruimtegebruik, vooral gunstig in dicht-bebouwd gebied zoals Utrecht;
- duurzaamheidsambities;
- lagere energierekening;
- combinatie met laadpalen en elektrisch vervoer;
- bescherming auto tegen weerscondities.

Knelpunten:

- De businesscase is lastig door hoge investering in onder andere fundering, constructie, beveiliging, veiligheids-eisen en verzekering. Concurren voor SDE++-subsidies met zon-op-dak is daarom moeilijk.
- Netcapaciteit.
- Flexibiliteit parkeerplaats vermindert (wordt het terrein voor andere doeleinden gebruikt, zoals een kermis, lange termijn plannen eigenaar).
- Besluitvormingsproces (onder andere wijziging bestemmingsplan in sommige gevallen).

Succesfactoren:

- Schaalgrootte (dit vergroot de kans op een haalbare businesscase).
- Combinatie met laadpalen of direct eigenverbruik zorgt voor meer baten en dus een hogere opbrengst.

Kansen voor gemeentelijk beleid:

- Publieke parkeerterreinen zijn gemeentelijk bezit en zijn vaak groot genoeg om in aanmerking te komen voor de exploitatie van zon-pv op carports.
- Met omgevingsbeleid en gemeentelijke vergunning-verlening de ontwikkeling van solar carports ondersteunen.



Bijlage(n)



A Historische groei zon op kleine daken

Tabel 5 - Aantal zon-pv installaties en piekvermogen op woningen en bedrijven in de gemeente Utrecht (2012-2020)

Jaar	Aantal installaties bij woningen (aantal)	Opgesteld vermogen zonnepanelen op woningen (kWp)	Aantal installaties < 15 kW (aantal)	Opgesteld vermogen zonnepanelen van installaties < 15 kWp (kWp)
2012	1.097	1.985		
2013	2.732	5.508		
2014	3.581	7.675		
2015	4.653	11.018		
2016	5.777	14.110		
2017	7.730	19.856		
2018	10.092	26.514		
2019	13.905	38.938	14.859	40.087
2020	18.580	53.107	19.671	53.552

Bronnen: (CBS, 2021a; CBS, 2021b).



B Investeringsbereidheid aanschaf zonnepanelen

In deze bijlage zijn de resultaten weergegeven van de enquête die is gehouden als onderdeel van het onderzoek 'Zon op dak', dat CE Delft in 2020 heeft uitgevoerd in opdracht van de SP. In totaal hebben 1.035 woningeigenaren de enquête volledig ingevuld. Volgens Team Vier kan de enquête qua omvang en dekking als representatief worden beschouwd voor woningeigenaren in Nederland. Van de 1.035 respondenten bezitten 966 respondenten een woonhuis, de overige 69 respondenten wonen in een appartement met VvE.

Eén van de belangrijkste belemmeringen die meermaals wordt genoemd is de initiële investering en de terugverdientijd. De meeste consumenten worden toch meer gedreven door financiële prikkels dan door duurzaamheidsoverwegingen. Vaak is de terugverdientijd te lang voor mensen. Dit wordt versterkt door onzekerheid over de investering, onder andere door een gebrek aan vertrouwen in overheidsregelingen. Er bestaat bijvoorbeeld onzekerheid over de salderingsregeling: deze wordt afgebouwd, maar men heeft geen informatie over hoe en wanneer de regeling wordt afgebouwd. Hierdoor is het niet mogelijk het publiek harde cijfers te geven over het precieze kostenplaatje.

Ook zijn er signalen dat consumenten die wel bereid zijn te investeren, dan nog geloven dat wachten altijd voordelig is: in de toekomst wordt het vast nog goedkoper om in zonnepanelen te investeren. Daar komt bij dat zonnepanelen concurrentie ondervinden, bijvoorbeeld een tweede vakantie of een nieuwe keuken: de meeste consumenten hebben beperkte financiering en in veel gevallen delven zonnepanelen het onderspit.

Verder hebben particulieren een gebrek aan informatie. Niet alleen over de terugverdientijd, maar ook over financieringsmogelijkheden en wat er bij het installeren van zonnepanelen komt kijken. Ook dit is een drempel voor consumenten om zonnepanelen te overwegen. Daarbij komt dat negatieve verhalen in de media over branden en geringe opbrengst demotiverend werken.

De installatiemarkt kan een beperkende factor worden, deels door krapte en deels door de kwaliteit van de installateurs. Installateur is een vrij beroep. Dat houdt in dat er geen wettelijke erkenningsregeling is voor de kwaliteit van een installateur. Hierdoor kan het zijn dat de kwaliteit en veiligheid van de installaties lager ligt dan gewenst.

Verzekeraars zijn samen met de installatiebranche aan de slag gegaan met een certificeringssysteem voor installatie-bedrijven, de SCIOS scope 12. Uit de interviews komt naar voren dat hier wel een mogelijke rol is voor de overheid op het gebied van normering en handhaving.

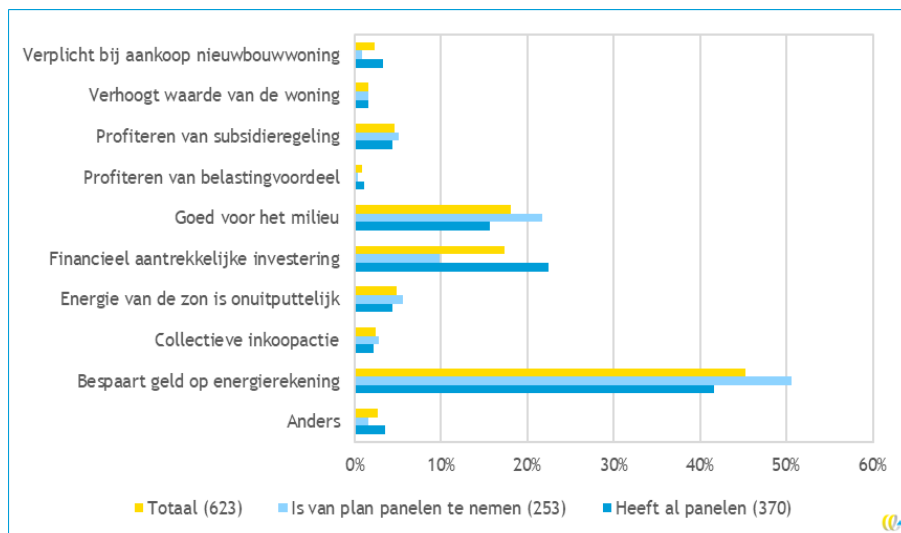
Wat betreft dakconstructies, zijn de meeste woningen technisch geschikt om panelen op te leggen. In de periode 1980-1995 waren de eisen wat lager, dus huizen uit die tijd lopen wellicht een risico. Als er al een belemmering is qua dakconstructies, dan is het de levensduur van de dakbedekking (vooral bij platte daken waar deze lager is). Als deze afloopt voordat de zonnepanelen aan het einde van hun levensduur zijn, kan dit een drempel vormen om de dakbedekking vroegtijdig te vervangen zodat er zonnepanelen kunnen worden gelegd. Mogelijke andere belemmeringen zijn asbest op het dak of beschermde panden (monumentaal of anderszins).

Wat betreft de inpassing op het net ligt bij netbeheerders de grootste uitdaging op het gebied van grip houden op de ontwikkelingen bij huishoudens. Het is onvoorspelbaar waar en wanneer door consumenten zonnepanelen worden gelegd. Particulieren kunnen dit registreren, maar dit gebeurt niet altijd. Het verschilt per locatie of de netcapaciteit al knelt, of dat er nog ruimte is voor uitbreiding. Als door veel plaatsingen in eenzelfde straat de opwek van elektriciteit erg

stijgt ten opzichte van de afname, kan het gebeuren dat het net zijn maximale capaciteit heeft bereikt en sommige omvormers van zonnepanelen worden afgesloten omdat de spanning op het net te hoog wordt. Dit leidt tot congestie en daardoor merken mensen dat ze geen energie terug kunnen leveren aan het net. In dit soort situaties moeten netbeheerders ad hoc reageren om de situatie op te lossen. Op dit punt is een grote behoefte aan coördinatie met bijvoorbeeld de gemeente, ook met het oog op andere werkzaamheden voor de energietransitie.

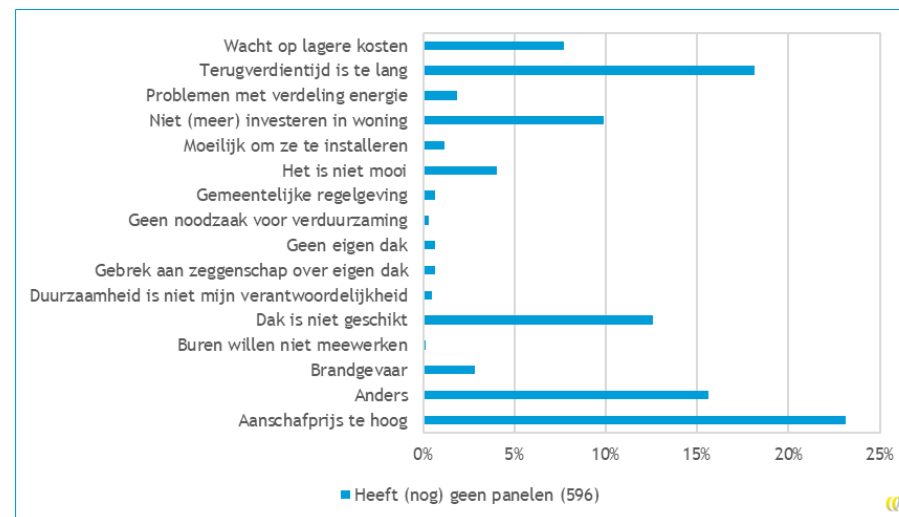
In Figuur 16 en Figuur 17 zijn de percentages aan redenen voor het wel en niet willen aanschaffen van zonnepanelen weergegeven.

Figuur 16 - Belangrijkste reden voor het (willen) aanschaffen van zonnepanelen (623 respondenten)



Notitie: In de antwoordcategorie 'anders' (4% in totaal) valt een diversiteit aan antwoorden, veelvoorkomend is 'zat al op het dak bij aankoop woning'.

Figuur 17 - Belangrijkste reden voor het (nog) niet willen aanschaffen van zonnepanelen (596 respondenten)



Notitie: In de categorie 'anders' (16%) wordt een diversiteit aan antwoorden gegeven, variërend van 'nog niet aan toegekomen', 'te laag energiegebruik', 'ga verhuizen' en 'monumentaal pand'.

5 Bibliografie

AD, 2020. *Overvechtse flat wordt 'energiecentrale'*. [Online]
Available at: <https://www.ad.nl/utrecht/overvechtse-flat-wordt-energiecentrale-a88489fb/>
[Geopend 2021].

AD, 2021. *250 elektrische auto's tegelijk opladen: Utrecht krijgt de grootste, slimme laadgarage ter wereld*. [Online]
Available at: <https://www.ad.nl/auto/250-elektrische-autos-tegelijk-opladen-utrecht-krijgt-de-grootste-slimme-laadgarage-ter-wereld-br-ad381c4e/>
[Geopend 2021].

CBS, 2021a. *Satline: Zonnestroom; vermogen bedrijven en woningen, regio (indeling 2019)*. [Online]
Available at:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/84783NE-D/table?ts=1630921019037>
[Geopend 2021].

CBS, 2021b. *Statline: Zonnestroom; vermogen en vermogensklasse, bedrijven en woningen, regio*. [Online]
Available at:
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/85005NE-D/table?ts=1630928610293>
[Geopend 2021].

CE Delft, 2020a. *Kosten zontoepassingen: Methode om private en maatschappelijke kosten te vergelijken*, Delft: CE Delft.

CE Delft, 2020b. *Zon op dak*, Delft: CE Delft.

CE Delft, 2021. *Scenario's zon op grote daken - gemeente Utrecht'*, Delft: CE Delft.

Folkerts, W. et al., 2017. *Roadmap PV Systemen en Toepassingen*. [Online]
Available at: <https://www.uu.nl/sites/default/files/roadmap-pv-systemen-en-toepassingen-final.pdf>
[Geopend 2021].

Gemeente Utrecht, 2021. *Wonen en Leven Energie : Zonne-energie*. [Online]
Available at: <https://www.utrecht.nl/wonen-en-leven/duurzame-stad/energie/wonen-en-energie/zonne-energie/>

Greenspread, 2021. *Optimalisatie benuttingsgraad daken : Zon-PV in de gemeente Utrecht*, sl: sn

Merosch ; CE Delft, 2021. *De zonnige kant van parkeren*, Bodegraven: Merosch.

NEBER, 2016. *Belemmeringen voor BIPV: Opschaling en uitrol in de Nederlandse markt van gebouw geïntegreerde PV-systemen*, Den Haag: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO).



NP RES, 2020. *Analysekaarten NP RES (versie 3.0; november 2020)*. [Online]
Available at: <https://www.regionale-energiestrategie.nl/ondersteuning/analysekaarten+np+res/default.aspx>
[Geopend 2021].

PBL, 2019. *Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2019*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

PBL, 2020. *Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2020*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

SEAC, 2016. *De prijs van BIPV in Nederland*, sl: TNO.

Techniek Nederland, 2018. *De Willem en De Zwijger gasloos klaar voor de toekomst*. [Online]
Available at:
<https://www.detechniekachternederland.nl/article/energie/energieverbruik-beperken/de-willem-en-de-zwijger-gasloos>

TKI inside out, 2021. *Eerste energieleverende hoogbouwflat aan de henriettedreef in Utrecht opgeleverd*. [Online]
Available at: <https://tki-inside-out.nl/persbericht-eerste-energieleverende-hoogbouwflat-aan-de-henriettedreef-in-utrecht-opgeleverd/>
[Geopend 2021].

TKI Urban Energy & Generation Energy, 2021. *Ruimtelijk potentieel van zonnestroom in Nederland*. [Online]
Available at:
<https://www.topsectorenergie.nl/sites/default/files/uploads/Urban%20energy/publicaties/Ruimtelijk%20potentieel%20van%20zonnestroom%20in%20Nederland.pdf>
[Geopend 2021].

TNO, 2020. *Effect afbouw salderingsregeling op de terugverdientijd van investeringen in zonnepanelen.*, Amsterdam: TNO.

TULiPPS Solar, 2020. *Eindrapportage Extase*, sl: Topsector energie.



Colofon

Delft, CE Delft, november 2021

Deze publicatie is geschreven door:
Nanda Naber, Joram Dehens, Fenneke van de Poll

Publicatienummer: 21.210362.150

Zonne-energie / Zonnecellen / Photovoltaïsche zonne-energie / Woningen /
Parkeerterreinen / Daken / Muren
VT: Gevels

Opdrachtgever: Gemeente Utrecht

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

© copyright, CE Delft, Delft



CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.