

Kennisbundel zonnepanelen



Instituut Fysieke Veiligheid
Kennisonwikkeling en onderwijs
Postbus 7010
6801 HA Arnhem
Kemperbergerweg 783, Arnhem
www.ifv.nl
info@ifv.nl
026 355 24 00

Colofon

Instituut Fysieke Veiligheid (2021). *Kennisbundel zonnepanelen*. Arnhem: IFV.

Titel:	Kennisbundel zonnepanelen
Datum:	29 maart 2021
Status:	Definitief
Versie:	1.0
Auteur:	dr. M. Spoelstra
Projectleider:	drs. H. Spobeck
Met dank aan:	dr. M. Lamers (VRAA), ing. H. Wolkenfelt (Solarif), drs. N. Jaeger en ir. W. van Hooff (Holland Solar)
Review:	dr. ir. N. Rosmuller
Eindverantwoordelijk:	dr. ir. N. Rosmuller

Inhoud

	Inleiding	4
1	Algemene informatie	5
2	Wet- en regelgeving	7
2.1	Gebouwgebonden zonnepanelen	7
2.2	Grondgebonden zonnepanelen	8
2.3	Algemeen	9
3	Vergunningverlening	10
3.1	Gebouwgebonden zonnepanelen	10
3.2	Grondgebonden zonnepanelen	11
3.3	Regionale Energie Strategie	12
4	Beperken van gevaren	13
4.1	Gevaren	13
4.2	Risicobeheersing	14
4.3	Incidentbestrijding	15
5	Overige informatie	17

Inleiding

Veel initiatieven met nieuwe energiedragers en -bronnen vinden plaats op lokaal of regionaal niveau. Omdat in veel gevallen geen wet- en regelgeving beschikbaar is die betrekking heeft op de veiligheid van dergelijke initiatieven, kan het zijn dat betrokken bevoegd gezagen iets bedenken wat mogelijk elders in het land al kan zijn bedacht. Er is daarom behoefte aan het ontsluiten van kennis over goede uitvoeringspraktijken van het gebruik van nieuwe energiedragers en -bronnen.

Het project 'Kennisbundeling VET' (Veilige Energietransitie) heeft als doel nieuwe en bestaande kennis over veiligheidsaspecten rondom de energietransitie te bundelen en te ontsluiten. Het Instituut Fysieke Veiligheid (IFV) voert dit project uit in samenwerking met Kenniscentrum InfoMil en Relevant. Eén van de onderdelen van het project is het opstellen van kennisbundels. Hierin worden beknopte beschrijvingen over wet- en regelgeving, vergunningen, pilots en maatregelen gegeven. Om de deelonderwerpen zich verder eigen te maken, kan de lezer gebruik maken van de documenten en websites waarnaar verwezen wordt. De lezers zullen vooral werkzaam zijn bij overheidsorganisaties als gemeenten, provincies, ministeries, veiligheidsregio's en omgevingsdiensten.

Het onderwerp van deze kennisbundel is *zonnepanelen*. Zonnepanelen worden nog wel eens verward met zonnecollectoren, maar waar zonnepanelen zonlicht in elektriciteit omzetten, zetten zonnecollectoren zonlicht om in warmte. Zonnecollectoren worden in deze kennisbundel niet behandeld. De stroom die door zonnepanelen wordt opgewekt, wordt soms meteen opgeslagen in energie opslagsystemen (EOS) of gebruikt om water om te zetten in waterstof.¹ De risico's van zonnepanelen in combinatie met EOS of waterstof maken geen deel uit van deze kennisbundel.

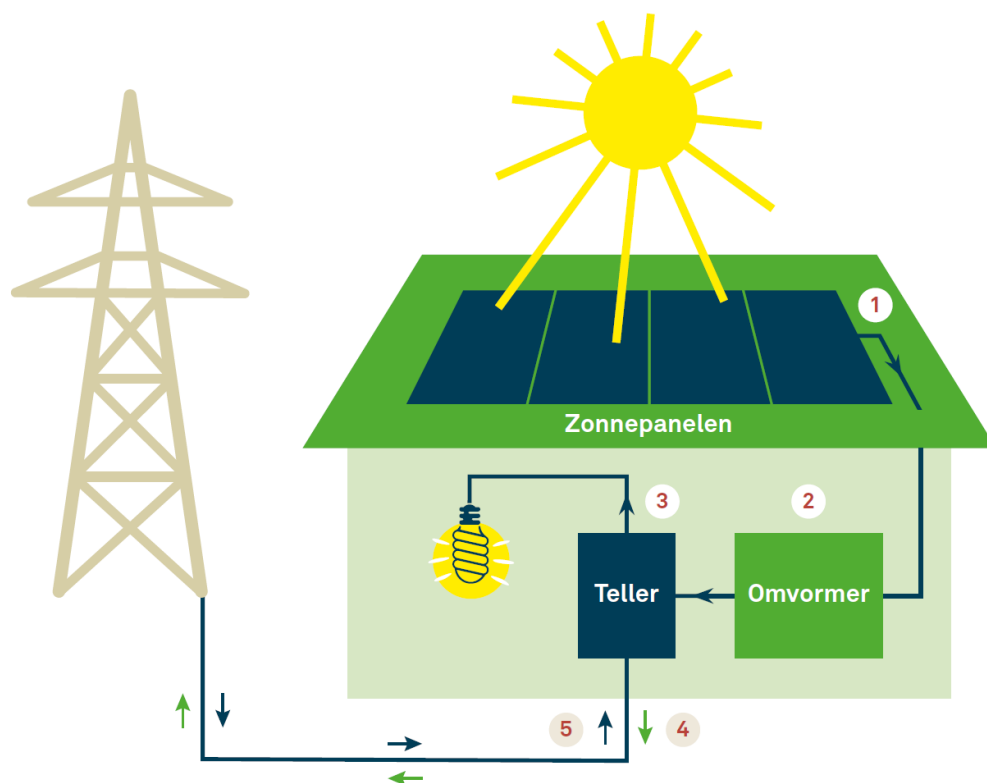
De kennisbundel is een document dat in beheer komt van het IFV. Dat garandeert dat de inhoud van de kennisbundel (periodiek) geactualiseerd wordt als daar aanleiding toe is. Gezien de vele ontwikkelingen op het gebied van waterstof, zijn actualisaties van deze kennisbundel zeker te verwachten.

¹ Ook bestaat de mogelijkheid om [met behulp van zonnepanelen water meteen om te zetten in waterstof](#).

1 Algemene informatie

Een zonnepaneel is een paneel dat zonlicht omzet in elektriciteit. Het is opgebouwd uit zonnecellen die meestal gemaakt zijn van silicium. Energie van de zon in de vorm van zonnestralen maakt elektronen los in het silicium, waardoor een elektrische stroom gaat lopen. Deze stroom is nog niet geschikt om gebruikt te worden, omdat het van gelijkstroom omgezet moet worden naar wisselstroom. Dat gebeurt met een omvormer. Zie Figuur 1.1. Het geheel van zonnepanelen, omvormer, connectoren en kabels wordt een PV-systeem genoemd ('photo voltaic').

Zonnepanelen zijn vooral te vinden op daken en muren van woningen en bedrijfspanden (gebouwgebonden) of in zonneweides c.q. zonneparken (grondgebonden). Dat zijn percelen grond waar zonnepanelen op een grootschalige manier worden gebruikt om elektriciteit op te wekken. Daarnaast zijn er zonnepanelen die op water drijven, zonnepanelen boven parkeerplaatsen en zonnepanelen op tuinbouwkassen.



1. Zonnepanelen zetten zonlicht om in gelijkstroom (DC).
2. De omvormer zet de gelijkstroom van de zonnepanelen om in bruikbare wisselstroom (AC).
3. Uit de omvormer komt elektriciteit. De elektriciteit die nodig is wordt meteen gebruikt. De overtollige electriciteit gaat het net op waardoor de teller achteruit loopt.
4. Als de zonnepaneelinstallatie meer elektriciteit genereert dan verbruikt, wordt het 'overschot' teruggeleverd aan het net.
5. 's Nachts en gedurende piekperioden wordt elektriciteit van het net geïmporteerd.

Figuur 1.1 Schematische weergave van de werking van zonnepanelen

Documentatie:

- > Ministerie van Binnenlandse Zaken. (2012). [Zonnecollectoren en zonnepanelen](#).
- > [Hoe zonnepanelen werken](#).
- > TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH. (2018). [Assessing fire risks in photovoltaic systems and developing safety concepts for risk minimization](#).
- > Technische uitleg (in het Engels) over de [werking en principes van zonnepanelen](#).
- > Details over de [opbouw en productie van \(onderdelen van\) PV-systemen](#).
- > [PV-systemen in het dagelijkse leven in Duitsland](#).

2 Wet- en regelgeving

2.1 Gebouwgebonden zonnepanelen

Er is geen landelijke wetgeving voor gebouwgebonden zonnepanelen, met uitzondering van het Bouwbesluit en de Monumentenwet. Het Bouwbesluit stelt technische eisen aan PV-systemen en aan de energiezuinigheid van nieuwe woningen en gebouwen. De belangrijkste eis daarvoor is de energieprestatiecoëfficiënt (EPC). De EPC wordt per 1 januari 2021 vervangen door de Bijna Energieneutrale Gebouwen (BENG). De Monumentenwet geeft in artikel 11 aan dat er een vergunning nodig is om een monument te wijzigen en/of te ontsieren.

Documentatie:

- > [Bouwbesluit](#).
- > [EPC](#).
- > [BENG](#).
- > [Verduurzamen van monumenten](#).
- > Bosch & van Rijn. (2019). [Beleidskaders zon-pv - Inventarisatie en analyse](#).

Er zijn veel normen en richtlijnen die gebruikt kunnen worden bij de aanleg en het installeren van PV-systemen. De aanleg van een PV-systeem valt onder het Bouwbesluit, zodat de elektrische veiligheid van een PV-systeem moet voldoen aan NEN 1010. Ook stelt het Bouwbesluit eisen aan de draagkracht van daken. Voor het vakmanschap waarmee zonnepanelen worden geïnstalleerd, bestaat echter (nog) geen norm. Het Bouwbesluit verwijst daarnaast niet naar NEN 7250, die ingaat op onder andere windbelasting en brand(ontwikkeling) bij PV-systemen.

Voor de brandveiligheid van PV-systemen in en op de gebouwschil zal naar verwachting in 2021 een advies verschijnen. Op basis hiervan kunnen bestaande normen worden aangepast en/of wordt een nieuwe norm opgesteld.

Verzekeraars eisen steeds vaker dat normen en richtlijnen aantoonbaar gevolgd worden om het gebouw verzekerd te kunnen krijgen. Enkele normen en richtlijnen zijn:

- > NEN 1010 – Elektrische installaties voor laagspanning
- > NEN 7250 – Zonne-energiesystemen - Integratie in daken en gevels - Bouwkundige aspecten²
- > NPR 9090 – DC-installaties voor laagspanning
- > NEN-EN-IEC 62446 – Fotovoltaïsche (PV) systemen - Eisen voor beproeving, documentatie en onderhoud.

Documentatie:

² NEN 7250 geeft prestatie-eisen voor de bouwkundige aspecten van zonne-energiesystemen als geïntegreerd onderdeel van, of als los element op, dak- en gevelconstructies van gebouwen. De norm gaat niet in op de product-/prestatie-eisen van het zonnepaneel zelf en andere noodzakelijke systeemonderdelen (zoals omvormers, bekabeling e.d.).

- > Een volledig [overzicht van te hanteren normen en richtlijnen](#) staat beschreven in *Technisch Document 18 - Inspectie van zonnestroominstallaties - Deelregeling voor elektrisch materieel* van de Stichting SCIOS (2020).. Het document is na registratie op de website te downloaden.
- > De [stand van zaken van enkele NEN-normen](#).

2.2 Grondgebonden zonnepanelen

Voor grondgebonden PV-systemen als zonneparken is een omgevingsvergunning nodig. Gemeenten zijn hiervoor het bevoegd gezag. Daarnaast kunnen provincies in een omgevingsverordening regels stellen voor het plaatsen van zonneparken in landelijk gebied.

Documentatie:

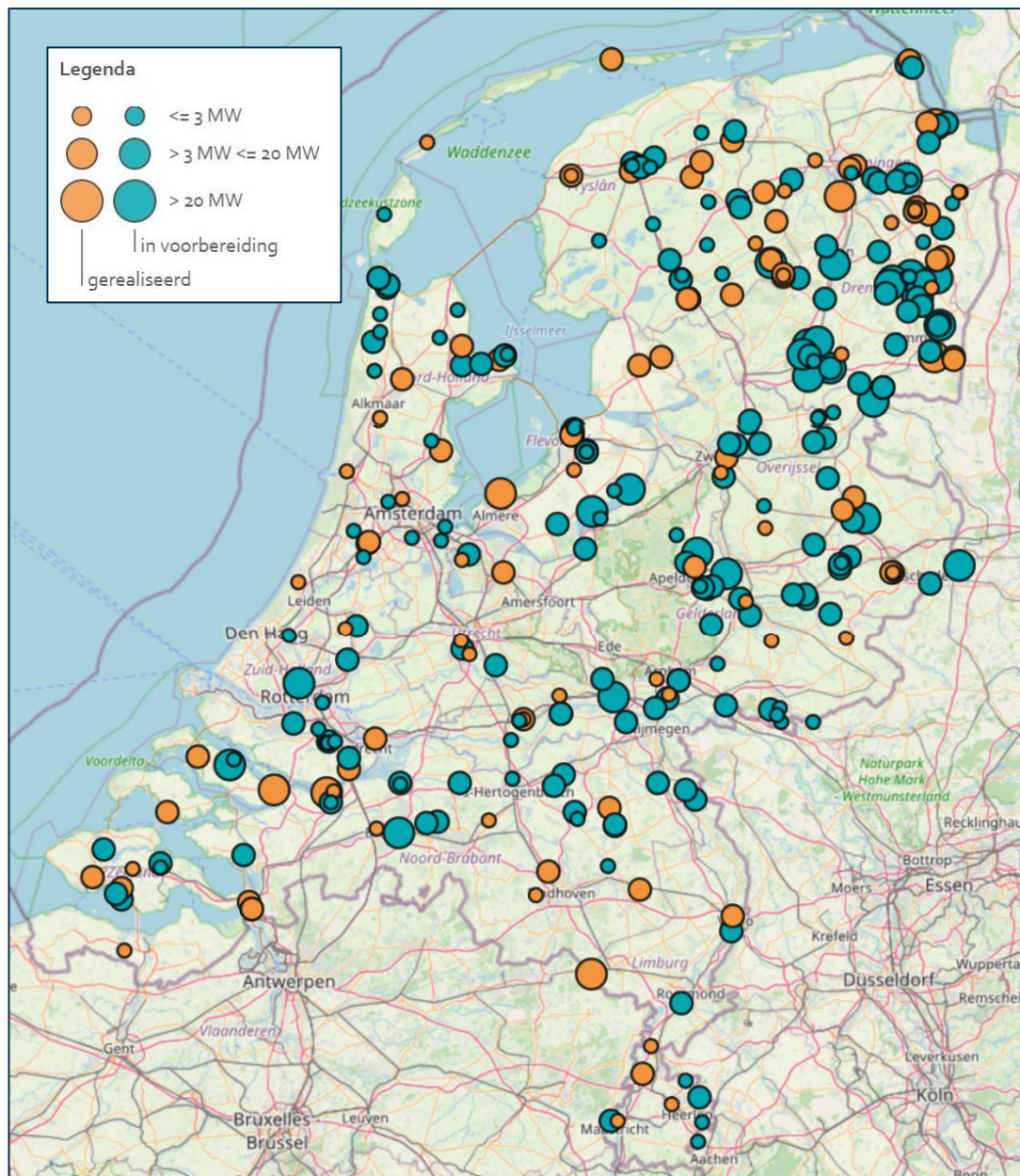
- > Gemeente Terneuzen. (2020) [Structuurvisie Zonne-energie en ruimtelijke compensatie](#).
- > Provincie Noord-Holland. (2019). [Uitvoeringsregeling zonne-energie in landelijk gebied](#).

In de Elektriciteitswet (1998) is bepaald dat op de ontwikkeling van duurzame energiecentrales met een capaciteit van tenminste 50 MW de Rijkscoördinatieregeling (RCR) van toepassing is (Wro, § 3.6.3). Hiervoor is de minister van Economische Zaken en Klimaat (EZK) het bevoegd gezag. De Minister kan de bevoegdheid overdragen aan de provincie of de gemeente en neemt daarbij in overweging of de betrokken provincie of gemeente voornemens is medewerking te verlenen aan het betreffende initiatief.

In Sappemeer (103 MW) en Borssele (55 MW) zijn zonneparken gerealiseerd met een vermogen van meer dan 50 MW. In onder meer Stadskanaal (89 MW), Vlagtwedde (109 MW), Elst (80 MW) en Lelystad (56 MW) zijn soortgelijke zonneparken in voorbereiding.

Documentatie:

- > [RCR](#).
- > [Afwegingskaders](#) rond locatiekeuze en ruimtelijke inpassing.
- > <http://zonopkaart.nl/>.



Figuur 2.1 Zonneparken gerealiseerd en in voorbereiding (bron: Zon op kaart)

2.3 Algemeen

Installatiebedrijven moeten sinds april 2019 een certificaat bij PV-systemen meeleveren waaruit blijkt dat de zonnepanelen en het installeren ervan voldoen aan de 'Requirements for Generators' (RfG) en aan de Nederlandse Netcode elektriciteit. De Netcode elektriciteit bevat voorschriften voor netbeheerders over het aansluiten van klanten op de netten.

Documentatie:

- > Europese Unie. (2016). [Verordening \(EU\) 2016/631 tot vaststelling van een netcode betreffende eisen voor de aansluiting van elektriciteitsproducenten op het net.](#)
- > [Netcode elektriciteit.](#)

3 Vergunningverlening

Binnen het omgevingsrecht horen vergunningverlening, toezicht en handhaving bij elkaar en worden afgekort als VTH. VTH is van toepassing op PV-systemen, maar omdat er weinig tot niets bekend is over toezicht en handhaving, wordt in dit hoofdstuk alleen ingegaan op vergunningverlening.

3.1 Gebouwgebonden zonnepanelen

Voor het plaatsen van PV-systemen op of aan woningen en kleine gebouwen is meestal geen vergunning nodig. Er zijn uitzonderingen, bijvoorbeeld wanneer zonnepanelen uitsteken of wanneer de hellingshoek van de zonnepanelen niet overeenkomt met die van het dak. Met behulp van de [vergunningcheck](#) kan nagegaan worden of een vergunning nodig is of dat volstaan kan worden met een melding.



Figuur 3.1 Compartimentering van zonnepanelen op woningen

Documentatie:

- > [Vergunningcheck en regelgeving.](#)
- > Ministerie van Binnenlandse Zaken. (2012). [Zonnecollectoren en zonnepanelen.](#)
- > <https://www.omgevingsloket.nl/Particulier/particulier/home/checken?init=tru#/home/checken/WerkzaamhedenWABO>.
- > WillisTowersWatson. (2020). [Relevante regelgeving en brandpreventie PV-systemen vanuit verzekeraarsoptiek.](#)
- > Over de [noodzaak van regelgeving omtrent zonnepanelen.](#)

3.2 Grondgebonden zonnepanelen

Zonneparken beslaan meerdere hectares en zijn daarom vaak gesitueerd op bedrijventerreinen of in het buitengebied. Iedere gemeente maakt hiervoor haar eigen afwegingen, waarbij naast de eigen visie ook de ruimtelijke inpassing een rol speelt, evenals de beschikbaarheid van de grond en de aansluiting op het elektriciteitsnet. Met behulp van de [vergunningscheck](#) kan nagegaan worden of een vergunning nodig is of dat volstaan kan worden met een melding.

Documentatie:

- > Informatie van de [Rijksoverheid over zonnepanelen](#).
- > Informatie over [zonneweides](#) op de website van Infomil.
- > Een [overzicht](#) van de verschillende fasen van de ontwikkeling van een zonnepark.
- > E.M.N. Noordover en C.M. Walgemoed (2018). [Omgevingsrechtelijke besluitvorming voor zonneparken: een overzicht](#). *Bouwrecht* 77(11), 518-524. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van de diverse aspecten die aan de orde kunnen komen bij de omgevingsrechtelijke besluitvorming rondom zonneparken.
- > Document over [drijvende zonneparken](#).



Figuur 3.2 Voorbeeld van een zonnepark

In het Klimaatakkoord is afgesproken dat er een voorkeursvolgorde is voor het plaatsen van zonnepanelen. Deze voorkeursvolgorde wordt de ‘zonneladder’ genoemd en moet voorkomen dat zonnepanelen op landbouw- en natuurgrond gelegd worden als dat niet nodig is. Bij gebruikmaking van de zonneladder wordt eerst gekeken of zonnepanelen op gebouwen geplaatst kunnen worden. Als dat niet het geval is, wordt binnen de bebouwde kom gekeken naar ongebruikte terreinen en buiten de bebouwde kom naar lokaties waar een combinatie van functies mogelijk is, bijvoorbeeld door het plaatsen van zonnepanelen op vuilnisbelten en in bermen van spoor- en autowegen.

Documentatie:

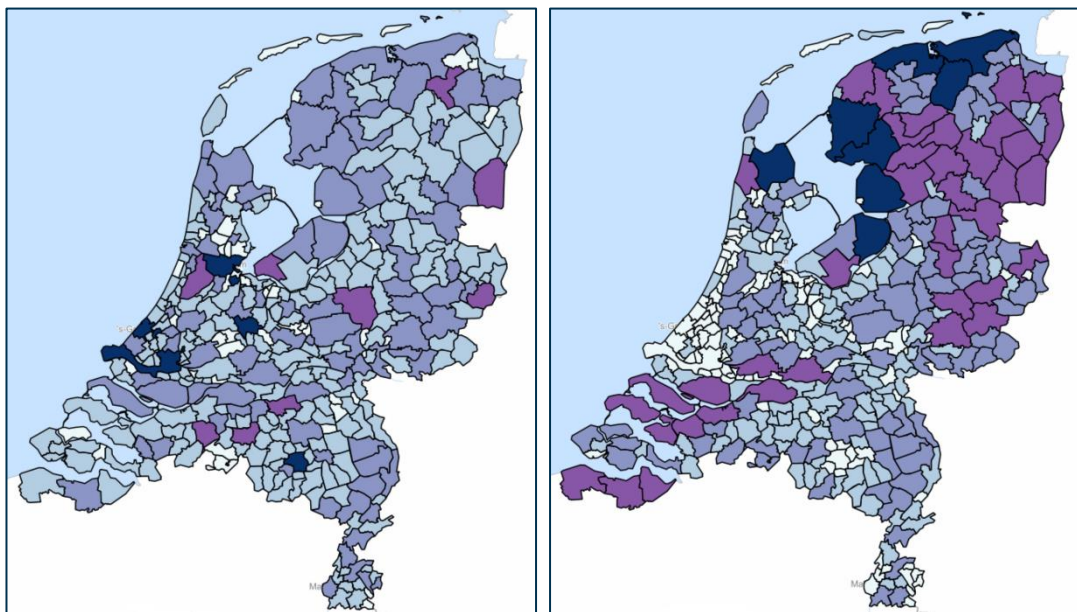
- > [Kamerbrief](#) over de zonneladder als nationaal afwegingskader bij de inpassing van zonne-energie.

3.3 Regionale Energie Strategie

In het kader van de Regionale Energie Strategie (RES) hebben dertig regio's beschreven welke energiedoelstellingen zij op termijn denken te halen en op welke manier (windenergie en/of zonne-energie) dat gerealiseerd zou moeten worden. De regio's lijken vooral te kiezen voor zonne-energie: grootschalig qua gebouwgebonden zonnepanelen en kleinschalig qua grondgebonden zonnepanelen (< 10 hectare).

Documentatie:

- > Inzicht in de reeds uitgevoerde en geplande grootschalige projecten op land is te vinden op de [site](#) van de RES.
- > Tussentijdse [analyse van de concept RES'en](#) door het Planbureau voor de Leefomgeving.



Figuur 3.3 Potentie gebouwgebonden (links) en grondgebonden (rechts) zonnepanelen per gemeente (TJ/jaar). Hoe donkerder de kleur, hoe meer potentie. (bron: Geodan viewer via Nationaal Programma RES)

4 Beperken van gevaren

4.1 Gevaren

Het zijn niet zozeer de zonnepanelen zélf die gevaren met zich meebrengen, als wel het installeren van het PV-systeem. Een aantal situaties die het gevolg zijn van het niet deskundig installeren van zonnepanelen en die mogelijk tot problemen kunnen leiden, zijn:

- > connectoren die niet op elkaar aansluiten
- > onvoldoende afstand tussen zonnepanelen
- > onvoldoende afstand tussen de zonnepanelen en het dak
- > onvoldoende afstand tussen de zonnepanelen en de dakrand
- > de aanwezigheid van brandbaar (isolatie)materiaal in de nabijheid van zonnepanelen
- > beschadiging van kabels door de aanwezigheid van scherpe voorwerpen in de nabijheid van de zonnepanelen
- > te weinig kabellengte
- > en/of slechte bevestiging van zonnepanelen
- > geen rekening houden met de bereikbaarheid zonnepanelen en met de draagkracht van het dak.

Gevaren die hierdoor kunnen optreden, zijn:

- > kortsluiting, gevolgd door brand
- > branduitbreiding door brandoverslag
- > zonnepanelen die van het dak of de muur waaien
- > gehinderde brandweerinzet.



Figuur 4.1 Zonnepaneelconnectoren die in naam compatibel zijn. De foto laat echter zien dat er onderling verschillen zijn. (foto: Tom van den Oetelaar, IZEN)

Documentatie:

- > TNO. (2019). [Brandincidenten met fotovoltaïsche \(PV\) systemen in Nederland - Een inventarisatie](#). In dit document worden 27 branden met zonnepanelen beschreven die in Nederland hebben plaatsgevonden.
- > TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH. (2018). [Assessing fire risks in photovoltaic systems and developing safety concepts for risk minimization](#).
- > Informatief filmpje over de gevaren van zonnepanelen: <https://youtu.be/VlhluK70Hkc>.
- > De stroom die door zonnepanelen wordt opgewekt, kan ter plaatse worden opgeslagen in (grote) batterijen. De risico's die hiermee gepaard gaan, staan beschreven in IFV (2020) [Energieopslag en/of -opwekking op daken van collectieve woongebouwen](#) - Handreiking voor plaatsing zonnepanelen in combinatie met Elektriciteit Opslag Systemen.

4.2 Risicobeheersing

De menselijke factor is de belangrijkste oorzaak van risico's, zodat aanbevelingen en maatregelen vooral betrekking hebben op kwaliteitsborging van de componenten van PV-systemen, op de plaatsing van PV-systemen en op het vakmanschap van de installateurs.³

Documentatie:

- > Brandweer Nederland. (2020). [Handreiking Risicobeheersing – Advies veilige PV-systemen](#).
- > Verbond van verzekeraars. (2019). [Preventiebrochure zonnepanelen – Technische informatie voor verzekeringsprofessionals](#).
- > VNAB (Vereniging Nederlandse Assurantiën Beurs). 2020. [Voorbeeld clause zonnepaneleninstallaties met een vermogen van meer dan 5kVA](#).
- > ISSO. (2019). Handboek Zonne-energie – Bouwkundige- en installatietechnische richtlijnen voor zonne-energiesystemen. ISBN: 978-90-5044-338-8.
- > Brandweer Limburg-Noord (2020). [Zonnepanelen - Ontwerpprocedurepunten voor daken en velden](#). In dit document wordt wat betreft risicoreducerende maatregelen onderscheid gemaakt tussen gebouwgebonden en grondgebonden zonnepanelen en wordt aandacht besteed aan zonnepanelen op PGS-loodsen.
- > TNO. (2019). [Brandincidenten met fotovoltaïsche \(PV\) systemen in Nederland](#).
- > IFV. (2020). [Handreiking voor plaatsing zonnepanelen in combinatie met EOS-systemen](#).
- > WillisTowersWatson (2019). [Brandveiligheid, zonnepanelen en PV-systemen op platte daken](#).
- > AON. (2020). [Zonnepanelen Photovoltaics \(PV-installatie\) - Aandachtspunten aanleg en beheer \(v1.3\)](#).

De kwaliteit van het aangelegde PV-systeem kan gecontroleerd worden met behulp van één of meerdere inspecties waarbij gekeken wordt naar de technische staat van de installatie, maar ook naar aspecten als de draagkracht van de bouwkundige constructie, de ventilatie van in-dak systemen, de brandbaarheid van dakmaterialen en naar de aansluiting van connectoren. De inspecties kunnen door de installateur zelf gedaan worden en/of door een externe partij.

³ Verzekeraars hanteren niet allemaal dezelfde eisen.

Veel verzekeraars gaan vanaf 1 januari 2021 over tot het verplichten van een opleverinspectie conform Scios Scope 12. Dit is een opleverinspectie voor PV-systemen aan de hand van diverse NEN-normen met als belangrijk doel het voorkomen dan wel beperken van het risico op brand. Daarnaast hebben brancheverenigingen formulieren opgesteld met alle relevante controlepunten van PV-systemen en zijn er (landelijke) keurmerken.

Documentatie:

- > Interne inspectie: Techniek Nederland en Holland Solar (2020). [Opleverings- en contro-lerapport voor PV-systemen](#).
- > Externe inspectie: Stichting SCIOS. (2020). *Technisch Document 18 - Inspectie van zonnestroominstallaties - Deelregeling voor elektrisch materieel*. Na registratie op de website te downloaden van <https://www.scios.nl/welcome/scope-12>.
- > Een overzicht van [kwaliteitssystemen om PV-systemen goed en veilig te installeren](#).
- > Landelijk [keurmerk](#) BRL K11008 van KIWA.
- > De Duurzame Energie Prestatie Keur (DEPK) hanteert het keurmerk Zonnekeur: <http://www.depk.nl/depk/> en <http://www.zonnekeur.nl/>.
- > De Nederlandse zonne-energiesector heeft de [erkenningsrichtlijn InstallQ](#) ontwikkeld.

4.3 Incidentbestrijding

Veel incidenten met zonnepanelen betreft branden. Bij een inzet moet de brandweer in ieder geval letten op:

- > Het onder spanning staan van onderdelen van de installatie met zonnepanelen. Als de PV-installatie niet uitgeschakeld wordt, zullen de panelen stroom op blijven wekken en bestaat het gevaar op elektrocutie.
- > Het vallen van (delen van) zonnepanelen.
- > Het vrijkomen van giftige stoffen bij het verbranden van zonnepanelen.
- > Het bij een brand verspreiden van zonnepaneeldeeltes in de omgeving.



*Documentatie*⁴:

- > International Energy Agency (2017). [A Photovoltaics and Firefighters' Operations: Best Practices in Selected Countries](#).
- > Underwriters Laboratories Inc. (2011) [Firefighter Safety and Photovoltaic Installations Research Project](#).
- > Grant. (2010). [Fire Fighter Safety and Emergency Response for Solar Power Systems](#).
- > Puccia, V. (2011) [Fire Involving Photovoltaic Plants](#). In de presentatie staan diverse foto's met voorbeelden van wat mis kan gaan.
- > Een [casus](#) waarbij een manschap een schok krijgt bij een inzet waar zonnepanelen bij betrokken waren.

⁴ Brandweer Nederland heeft een aandachtskaart 'Incidentbestrijding zonnepanelen' geschreven, maar deze is nog niet gepubliceerd.

5 Overige informatie

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van rapporten en websites die niet genoemd worden in dit document, maar mogelijk wel interessant zijn voor de lezer.

- > [Kennisdossier Zonnepanelen](#) van het IFV met verwijzingen naar diverse documenten en nieuwsberichten.
- > [Literatuurstudie](#) naar de relatie tussen zonneparken en bodem, landbouw, biodiversiteit en beleving.
- > [Webinar](#) zonne-energie en meervoudig ruimtegebruik.