

VEILIGHEID VAN EEN ZONNESTROOMINSTALLATIE NULRISICO ALS DOELSTELLING



1. INLEIDING

Op dit moment is wereldwijd meer dan 400 GW aan zonnestroomsystemen geïnstalleerd. Deze zonnestroomsystemen hebben bewezen veilig te zijn. Ondanks dat feit zijn er nog steeds geruchten over ongefundeerde veiligheidsproblemen. Deze geruchten gaan over brandweerlieden die naar verluidt niet in staat zouden zijn om branden te blussen in huizen waar een zonnestroomsysteem is geïnstalleerd. Dit is een onjuiste boodschap gebleken. Zonnestroomsystemen zijn veilig en daar zijn veel redenen voor. In deze white paper worden deze redenen uiteengezet en wordt uitgelegd hoe brand kan worden voorkomen, en wat men moet doen in geval van brand.

Het onderwerp brandveiligheid kan worden opgesplitst in twee delen: enerzijds het risico op brand door zonnepanelen, en anderzijds het blussen van een gebouw met een zonnestroominstallatie. Vooraanstaande instituten als TÜV en Fraunhofer melden dat minder dan 0,006 procent van alle zonnestroominstallaties ooit een brand veroorzaakte (Dr. Wirth, H., 2018). Statistieken van de Duitse brandweer en TÜV leiden tot de conclusie dat de meeste branden (> 99,9 procent) andere hoofdoorzaken hebben. Volgens TÜV Rheinland „vormen zonnestroominstallaties onder normale bedrijfsomstandigheden geen risico's voor de gezondheid, de veiligheid of het milieu als ze op de juiste wijze worden geïnstalleerd en onderhouden door gekwalificeerd personeel, zoals vereist door de elektrische voorschriften (Sepanski et al., 2015). De bovenstaande studies tonen aan dat zonnestroomsystemen veilig zijn. TÜV Rheinland kwam zelfs tot de volgende conclusie: „Door de grotere objectiviteit van de argumentering zijn brandweerkorpsen afgestapt van de algemene vereiste om het systeem uit te schakelen, met als reden dat in theorie elk uitschakelapparaat kan falen” (pagina 240) (Sepanski et al., 2015)

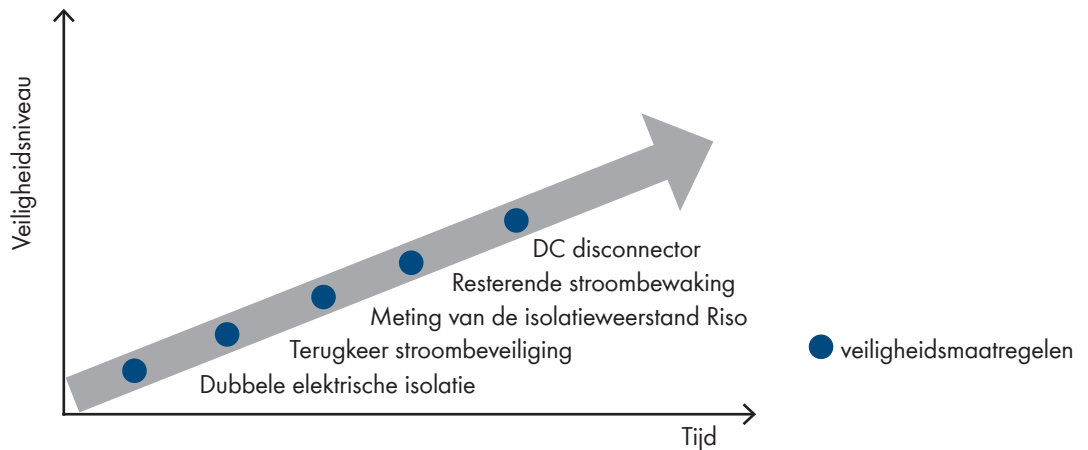
Bovendien zijn de brandweerkorpsen zich terdege bewust van de blusafstanden die DIN VDE 0132 aanbeveelt: 5 m bij volle straal en 1 m bij sproeiblussen. Als men deze minimumafstanden in acht neemt, treden er geen gevaarlijke lekstromen op (DGUV, 2008). (Sepanski et al., 2015)

2. BRANDPREVENTIE

Ten eerste moet worden erkend dat zonnestroomsystemen al veilig zijn. Hier enkele feiten:

Een studie van Fraunhofer ISE meldt dat minder dan 0,006 % van alle zonnestroominstallaties ooit een brand veroorzaakte (Dr. Wirth, H., 2018). Volgens de officiële statistieken van de Duitse brandweer zijn er jaarlijks zo'n 190.000 branden. Uit een TÜV-studie blijkt dat in Duitsland 210 zonnestroominstallaties de oorzaak zijn geweest van een brand. Dit betekent dat meer dan 99,9 % van de branden in Duitsland andere hoofdoorzaken hebben dan zonnestroomsystemen. Het risico op brand veroorzaakt door een zonnestroomsysteem is bijgevolg verwaarloosbaar.

Waarom zijn deze zonnestroomsystemen zo veilig? Sinds de introductie van zonnestroomsystemen rond 1990 werden verschillende maatregelen genomen om de brandveiligheid van zonnestroominstallaties te verhogen:

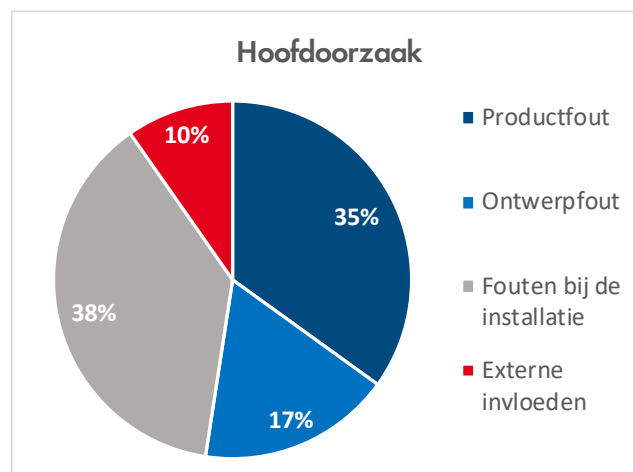


Figuur 2.1 Maatregelen om de veiligheid van zonnestroominstallaties te verbeteren

Om de brandveiligheid verder te verbeteren, heeft men de hoofdoorzaken van brandincidenten geanalyseerd. De TÜV-studie identificeerde de volgende aspecten als voornaamste bron:

1. **Fouten bij de installatie:** slechte aansluiting van gelijkstroomconnectoren, onvoldoende gekrompen connectoren, ontbrekende trekontlasting, enz.
2. **Productfout:** defecten in panelen en omvormers
3. **Externe invloeden:** aanvreten door dieren, blikseminslag, enz.
4. **Ontwerpfout:** verkeerde mechanische en elektrische installatie

Deutscher Feuerwehrverband; Feuerwehrstatistik; www.feuerwehrverband.de/statistik.html



Figuur 2.2 Analyse van de hoofdoorzaken van branden veroorzaakt door zonnestroomsystemen

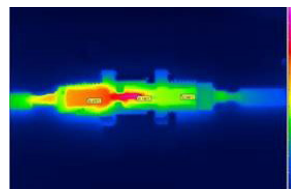
VOORBEELDEN VAN SLECHTE AANSLUITING VAN GELIJKSTROOMCONNECTOREN:

Kruisconnectoren: Contacten zijn zeer robuust gebleken bij gebruik van connectoren van dezelfde fabrikant. Dit is het geval voor directe verbindingen van paneel naar paneel. Ze zijn zeer robuust en hebben een levenslange veiligheid, zoals uit praktijktesten is gebleken. Zelfs als er een goed contact is op het moment van installatie, mogen we er niet van uitgaan dat connectoren van verschillende fabrikanten 25 jaar lang zullen meegaan. (pagina 63) (Sepanski et al., 2015)



Volgens een rondvraag van de Universiteit van Bern meldde 48 % van de installateurs dat zij gebruik maken van kruisconnectoren (Muntwyler et al., 2016). Waarom is dat zo? In standaardsituaties worden panelen en dus ook connectoren van dezelfde fabrikant gebruikt. Wanneer evenwel bijkomende paneel-elektronica wordt geïnstalleerd, neemt de kans toe dat gebruik wordt gemaakt van kruisconnectoren.

Gekrompen connector: gekrompen connectoren worden soms gebruikt als alternatief voor kruisconnectoren. Deze kunnen echter warm worden als ze niet professioneel gekrompen zijn. Sommige leveranciers stellen voor in de panelen thermische metingen te integreren om het systeem uit te schakelen in noodgevallen. Als connectoren zijn gekrompen, zullen deze systemen echter niet betrouwbaar zijn. Het dunnere, gekrompen deel van de verbinding verhoogt de thermische weerstand.



Samengevat wordt in het TÜV-rapport de „menselijke factor“ als een van de belangrijkste oorzaken van fouten geïdentificeerd. De voorgestelde verbeteringsmaatregelen houden dan ook vooral verband met kwaliteitsborging voor componenten en met het ontwerp en de bouw van de systemen. Regelmatige controles door onafhankelijke derden werden zeer nuttig geacht. De financiële kosten hiervan moeten echter in een redelijke verhouding staan tot de opbrengsten van het systeem. Extra veiligheidscomponenten kunnen het risico verder verminderen maar kwamen in de TÜV-studie pas op de tweede plaats, na een professioneel ontwerp en bouw van de systemen met hoogwaardige componenten.

Om het veiligheidsniveau verder te verhogen, moet de aandacht worden gevestigd op de belangrijkste oorzaken van storingen in zonnestroominstallaties:

- Contactstoringen
- Productgebreken
- Opleiding en gekwalificeerd personeel

Verplichte uitschakelapparatuur op paneelniveau verhoogt daarentegen het aantal gelijkstroomconnectoren evenals het totale aantal elektronische componenten in de zonnestroominstallatie, en verhoogt zo ook het risico op brand.

Voorbeeld: Een installatie van 10 kWp

	String Technologie	MLPE
Extra aantal elektrische componenten	0	40
Aantal DC-connectoren	n	2 * n

Als uitschakeling op paneelniveau wordt ingevoerd, zou dit een verdubbeling van het aantal gelijkstroomconnectoren tot gevolg hebben en zou het totale aantal elektrische componenten aanzienlijk toenemen. Hiermee zou ook het risico stijgen van storingen in het volledige zonnestroomsysteem.

Conclusie: Om het veiligheidsniveau verder te verhogen, moet de aandacht worden gericht op de hoofdoorzaken van storingen in zonnestroominstallaties: contactfouten en productfouten. Het verhogen van de kwaliteit en het definiëren van testnormen zijn van essentieel belang om de kwetsbaarheid op het gebied van veiligheid te verminderen. Zo niet, zal uitschakelapparatuur op paneelniveau het risico op brand bij een zonnestroominstallatie verhogen. Dergelijke apparatuur mag dan ook niet verplicht worden gemaakt in het kader van brandpreventie.

3. BRANDBESTRIJDING

Bij een brand in een gebouw kan het nodig zijn dat de brandweer een gat in het dak maakt zodat de rook uit het gebouw kan ontsnappen. Veel brandweerkorpsen vaardigen richtlijnen uit die uitleggen hoe men een zonnestroomsysteem veilig maakt voor de brandweer in geval van nood. Er zijn echter nog steeds een aantal spelers op de markt die vragen om uitschakeling op paneelniveau, ook al is uit het bovenstaande hoofdstuk gebleken dat het risico op brand toeneemt wanneer bijkomende elektronica en connectoren op het dak worden geïnstalleerd. Volgens hen zou de apparatuur voor uitschakeling op paneelniveau noodzakelijk zijn wanneer in noodgevallen zonnestroompanelen verwijderd moeten worden en gelijkstroomkabels doorgesneden moeten worden.

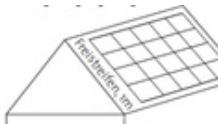
Is er echter voldoende tijd voor de brandweer om deze in geval van brand te verwijderen? Neen. Brandweerlieden gaan op een brandend dak geen zonnestroompanelen verwijderen! Een TÜV-rapport zegt het volgende: „Vaak zijn veiligheidscomponenten zoals zekeringen en schakelaars geïntegreerd in het gelijkstroomgedeelte van zonnestroomsystemen. In het individuele geval moet dan altijd worden gecontroleerd of deze maatregel werkelijk noodzakelijk is”. (pagina 204) (Sepanski et al., 2015) In een reële situatie bevestigen brandweerlieden dat er geen tijd is om na te gaan welk systeem er al dan niet is toegepast en wordt er overgegaan tot een veilige blustechniek die van toepassing is voor alle types van installaties.

Brandweerverenigingen en andere deskundigen, zoals TÜV Rheinland en Fraunhofer ISE, zijn tot de conclusie gekomen dat andere maatregelen wél de veiligheid van de brandweerlieden in geval van nood garanderen.

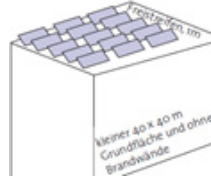
1. HOU AL IN DE ONTWERPFASE REKENING MET NOODGEVALLEN

De regels voor de installatie van zonnestroomsystemen voor verschillende daktypes worden bepaald door (DGS, 2011):

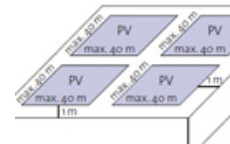
- Hellend dak:
- Plat dak zonder toegangsroute in de vorm van ramen of dakramen:
- Grote platte daken:



Figuur 3.1 Zorg voor toegang tot het dakgebinte door een vrije strook te voorzien



Figuur 3.2 Zorg voor toegang tot het dakgebinte bij kleinere platte daken zonder vrije strook aan de lange zijde



Figuur 3.3 Voor grote daken moet voor elke brandsectie (doorgaans 40 m op 40 m groot) rondom de generatoren toegang worden voorzien. De breedte mag niet minder dan 1 m bedragen

2. DOCUMENTATIE VAN DE ZONNESTROOMINSTALLATIE EN OPLEIDING VAN DE BRANDWEER

Zorg voor informatie voor de brandweer, zoals installatieschema's die de gebouwen, de geleiders en de andere componenten van de zonnestroominstallatie weergeven.

Figuur 3.4 geeft een voorbeeld van een overzicht van een zonnestroomsysteem met belangrijke informatie over de locatie van de spanningvoerende kabels, gelijkstroomschakelaars, enz. zoals aanbevolen door de Duitse brandweerverbond (Feuerwehrverband, 2010). Deze overzichten moeten zich ter hoogte van de aftakdozen of de elektrische verdeelborden bevinden.



3. IN GEVAL VAN BRAND KUNNEN BRANDWEERLIEDEN VERTROUWEN OP BEPROEFDE REGELS EN VEILIGHEIDSAFSTANDEN

Bij inachtneming van de aanbevolen blusafstanden van 5 m bij volle straal en 1 m bij sproeiblussen overeenkomstig DIN VDE 0132 hebben zich bij het gebruik van het water als blusmiddel voor de hulpdiensten geen gevaarlijke lekstromen voorgedaan. (pagina 131) (Sepanski et al., 2015)



Figuur 3.5 Meting van lekstromen bij sproeiblussen met schuim (Sepanski et al., 2015)

Conclusie: de ervaring heeft geleerd dat conventionele zonnestroomsystemen met stringtechnologie veilig zijn en beheersbaar zijn in geval van nood. Rekening houden met veiligheid bij het ontwerp van de zonnestroominstallatie, een transparante documentatie van het zonnestroomsysteem en gekwalificeerd personeel zijn essentieel om de veiligheid van de brandweerman te waarborgen. Wat uitschakeling op paneelniveau betreft, behandelen brandweerkorpsen alle zonnestroomsystemen op dezelfde manier. Immers, elk uitschakelapparaat kan falen.

4. SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Brandveiligheid kan worden geëvalueerd op twee elementen: enerzijds preventie van brand, en anderzijds het veilig blussen van een gebouw. Deze white paper toont aan dat op beide aspecten zonnestroominstallaties compleet veilig zijn mits voldoende aandacht tijdens de installatie en gedurende het blussen. Samengevat identificeert het TÜV-rapport de menselijke factor als een van de belangrijkste oorzaken van fouten. De voorgestelde verbeteringsmaatregelen houden dan ook vooral verband met kwaliteitsborging voor componenten en met het ontwerp en de bouw van de systemen. (pagina 106) (Sepanski et al., 2015)

- Ervaring heeft aangetoond dat zonnestroomsystemen met stringtechnologie veilig zijn
- Om het veiligheidsniveau verder te verhogen, moet de aandacht worden gericht op de hoofdoorzaken van storingen in zonnestroominstallaties:
 - > Verminder het aantal elektrische componenten en contacten in uw systeem (brandpreventie)
- Uitschakelapparatuur op paneelniveau verhoogt het risico op brand bij zonnestroomsystemen en mag daarom niet verplicht worden gemaakt
- Zonnestroomsystemen zijn beheersbaar in geval van nood
 - > Constructieve maatregelen toepassen (brandpreventie en -bestrijding)
 - > Beproefde regels voor veilige afstanden toepassen (brandbestrijding)
- Regelmatige inspecties door onafhankelijke derden werden zeer nuttig geacht. (pagina 106) (Sepanski et al., 2015)

„Door de grotere objectiviteit van de argumentering zijn brandweerkorpsen afgestapt van de algemene vereiste om het systeem uit te schakelen, met als reden dat in theorie elk uitschakelapparaat kan falen“. (pagina 236) (Sepanski et al., 2015)

LITERATUUR

- DGS. (2011). Brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung von PV Anlagen. DGS; http://www.dgs.de/fileadmin/bilder/Dokumente/PV-Brandschutz_DRUCK_24_02_2011.pdf.
- DGUV. (2008). Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung; <https://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/i-8677.pdf>.
- Dr. Wirth, H. (2018). Recent Facts about Photovoltaics in Germany. Fraunhofer ISE; <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/recent-facts-about-photovoltaics-in-germany.pdf>.
- Feuerwehrverband, D. (2010). Einsatz an Photovoltaikanlagen; Information für Einsatzkräfte von Feuerwehren und technischen Hilfsdiensten. https://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/bsw_feuerwehrbroschuere_2010.pdf.
- IEA PVPS Task 12. (2017). Photovoltaics and Firefighters' Operations; Best practices in selected countries. http://www.iea-pvps.org/index.php?id=449&elD=dam_frontend_push&docID=4044.
- Laukamp et al. (2013). PV fire hazards - analysis and assessment of fire incidents. EU PVSEC; https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/conference-paper/28-eupvsec-2013/Laukamp_5BV771.pdf.
- Muntweiler et al., G. (2017). Schnellabschaltung nach NEC2017: Eine sinnvolle Sicherheitsmassnahme oder ein unnötiges Ärgernis. Burgdorf: Berner Fachhochschule; http://www.pvtest.ch/Dokumente/Publikationen/221_NEC_2017_Shutdown.pdf.
- Muntwyler et al., L. (2016). Neue Erkenntnisse in Brandprävention und Brandbekämpfung von Photovoltaik-Anlagen. Bern: University Bern, http://www.pvtest.ch/Dokumente/Publikationen/207_Erkenntnisse_Brandpraevention_PV-Anlagen.pdf.
- Sepanski et al. (2015). Assessing Fire Risks in Photovoltaic Systems and Developing safety Concepts for Risk Minimization. Köln: TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH; <http://www.pv-brandsicherheit.de/48/>.

BIJLAGE - CITATEN:

„Componenten van zonnestroomsystemen worden tijdens de productie onderworpen aan strenge veiligheids- en betrouwbaarheidstests en voldoen aan de elektrische veiligheidseisen die in veel reglementen en normen zijn vastgelegd. Deze systemen vormen onder normale bedrijfsomstandigheden geen risico's voor de gezondheid, de veiligheid of het milieu als ze op de juiste wijze worden geïnstalleerd en onderhouden door opgeleid personeel, zoals vereist door de elektrische voorschriften” (pagina 2) (IEA PVPS Task 12, 2017)

De belangrijkste oorzaak van fouten was volgens het TÜV-rapport de „menselijke factor”. De voorgestelde verbeteringsmaatregelen houden dan ook vooral verband met kwaliteitsborging voor componenten en met het ontwerp en de bouw van de systemen. Regelmatige controles door onafhankelijke derden werden zeer nuttig geacht. De financiële kosten hiervan moeten echter in een redelijke verhouding staan tot de opbrengsten van het systeem. (pagina 106) (Sepanski et al., 2015)

„De beste vorm van brandbeveiliging is het inzetten van gekwalificeerde vakmensen om ervoor te zorgen dat de bestaande voorschriften worden nageleefd. Tot op heden veroorzaakte 0,006 procent van alle zonnestroominstallaties een brand met ernstige schade tot gevolg” (pagina 70) (Dr. Wirth, H., 2018)

„Zonnestroominstallaties vormen geen groter brandgevaar dan andere technische installaties. Er zijn voldoende voorschriften die de elektrische veiligheid van zonnestroomsystemen garanderen en het is absoluut noodzakelijk dat deze worden nageleefd. Brand ontstaat vaak wanneer systemen door onervaren werklieden worden gemonteerd. Zwakke punten zijn onvermijdelijk als paneelconnectoren voor zonnepanelen geïnstalleerd worden met behulp van een combinatietang in plaats van speciaal voor dit doel ontworpen gereedschap of wanneer ongeschikte connectoren worden gebruikt. Bovendien mogen systeemgebruikers niet besparen op de verkeerde onderdelen” (pagina 71) (Dr. Wirth, H., 2018)

Zelfs als er bij de installatie een goede contactverbinding bestaat, mag men er niet van uitgaan dat een paar contacten, die door verschillende fabrikanten werden gemaakt, 25 jaar zullen meegaan (pagina 63) (Sepanski et al., 2015)

„Elektrische vlambogen in een zonnestroomsysteem komen meestal niet abrupt en zonder voorafgaande tekenen voor, maar worden meestal uitgelokt door verouderingsverschijnselen (degradatie). Tekenen zijn al op voorhand zichtbaar. Regelmatig onderhoud (bijv. om de twee jaar) kan kritische punten tijdig identificeren en de oorzaken van storingen verhelpen” (pagina 208). (Sepanski et al., 2015)

„Bij inachtneming van de aanbevolen blusafstanden van 5 m bij volle straal en 1 m bij sproeibussen overeenkomstig DIN VDE 0132 hebben zich bij het gebruik van het water als blusmiddel voor de hulpdiensten geen gevaarlijke lekstromen voorgedaan” (pagina 131). (Sepanski et al., 2015)

„Vaak zijn veiligheidscomponenten zoals zekeringen en schakelaars geïntegreerd in het gelijkstroomgedeelte van zonnestroomsystemen. In het individuele geval moet dan altijd worden gecontroleerd of deze maatregel werkelijk noodzakelijk is.” (pagina 204) (Sepanski et al., 2015)

„Door de grotere objectiviteit van de argumentering zijn brandweerkorpsen afgestapt van de algemene vereiste om het systeem uit te schakelen, met als reden dat in theorie elk uitschakelapparaat kan falen” (pagina 236). (Sepanski et al., 2015)

„Om de veiligheid te verbeteren, dient de doeltreffendheid van toekomstige aanvullende technologieën voor risicobeperking en -vermindering te worden aangetoond en dienen deze technologieën te functioneren zoals bedoeld. Het creëren van normen die aantonen dat de nieuwe hardware betrouwbaar en faalveilig is en kan functioneren zolang het zonnestroomsysteem meegaat, is een uitdaging die voortdurend tests vereist. Internationale samenwerking tussen normalisatiedeskundigen, brandweerlieden, technologen en andere belanghebbenden zal van cruciaal belang zijn om van de invoering van deze technologieën een succes te maken” (pagina 2). (IEA PVPS Task 12, 2017)



SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Tel: +49 561 9522-0
e-mail: Info@SMA.de
www.SMA.de

SOCIAL MEDIA
www.SMA.de/newsroom

