

Brandschutz an Photovoltaikanlagen

Florian Reil und Willi Vaaßen, Köln

In einem gemeinsamen Forschungsprojekt untersuchen der TÜV Rheinland im Verbund mit dem Fraunhofer-Institut ISE und der Berufsfeuerwehr München, unter Förderung des Bundesumweltministeriums, Brandschutzaspekte an Photovoltaik(PV)-Anlagen. Seit Anfang des Jahres setzt sich ein Expertenkreis in einem spezifischen Forschungsfeld mit Themen des vorbeugenden Brandschutzes auseinander. Erweiterungskonzepte und -maßnahmen zum Brandschutz und der Brandbekämpfung an PV-Anlagen sollen in der dreijährigen Projektlaufzeit definiert und Normungsgremien zur Verfügung gestellt werden. Erste Ergebnisse aus Versuchsreihen und Recherchen werden nachfolgend vorgestellt.

Feuerwehren löschen nicht mehr, man lasse Solaranlagen im Brandfalle gezielt abbrennen, so schrieben in den Jahren 2009 und 2010 branchenspezifische Fachmagazine und auch Tageszeitungen. Aus Sichtweise der Feuerwehr sei bei einem Brandfalle und einer beschädigten PV-Anlage am Gebäude ein Rettungs- oder Löscheinsatz durch die Einsatzkräfte mit erheblichen Gefahren für die Rettungskräfte verbunden, dass er schlicht nicht immer möglich sei. Vor dem Gefahrenhintergrund, bei Berührung von im Brandfall beschädigten Leitungen oder PV-Modulen einen elektrischen Schlag durch Gleichstrom zu erleiden, wurden nach zwei prominenten Fällen in den Medien, intensive Diskussionen um die Nichtabschaltbarkeit von elektrischen Solaranlagen angestoßen.

In der Folge haben in Deutschland Fachgremien, zusammengesetzt aus PV-Modulherstellern, Feuerwehren, Versicherern, Installateuren, Forschungsinstituten und Verbänden, Merkblätter und Richtlinien erarbeitet, die den vorbeugenden Brandschutz auf der Basis einer ganzheitlichen Betrachtung erweitern und zur Erhöhung der Sicherheit während des Rettungseinsatzes im Brandfalle beitragen sollen.

Das Thema der Brandsicherheit an PV-Anlagen hingegen ist aber für die PV-Industrie nichts Neues – im Gegenteil: Aspekte des vorbeugenden Brandschutzes sind sowohl produkt- als auch system- und installationsorientiert bereits fester Bestandteil von Normen mit nationalen und internationalen Sicherheitsanforderungen. Trotzdem können aus Sicht des vorbeugenden Brandschutzes sowie aus elektrischen Sicherheitsaspek-

ten Aufgabenstellungen abgeleitet werden, die zu einer erhöhten Risikoreduzierung eines Brandes an einer PV-Anlage führen können.

Unter Führung des TÜV Rheinland wurde in einem Verbund- und Forschungsprojekt mit dem Fraunhofer-Institut ISE und der Berufsfeuerwehr München unter Förderung des Bundesumweltministeriums ein Konsortium gegründet, das Sicherheitskonzepte im Bereich der Brandsicherheit an PV-Anlagen erarbeitet und der PV-Industrie zur Verfügung stellt.

Generell werden zwei Themenstellungen behandelt: Zum einen Brandrisiken, die durch eine PV-Anlage ausgelöst werden können, etwa durch sog. Hot-Spots oder gar Lichtbögen, zum anderen das Ziel, Menschen gegenüber defekten elektrischen Bauteilen einer PV-Anlage, die durch einen Brand (nicht zwangsläufig durch die Anlage ausgelöst) verursacht werden können, vor einem elektrischen Schlag zu schützen. Beide Themenkomplexe vereinheitlichen damit Anforderungen an Anlagenkomponenten und die Installation zur Vermeidung eines Brandes, sowie die Gewährleistung, dass eine PV-Anlage keine zusätzliche Gefahrenquelle für Einsatzkräfte darstellt.

Aus dieser Motivation heraus werden innerhalb des Forschungsprojekts intensive Recherchen von Schadensfällen installierter PV-Anlagen (Haus und Freifläche) betrieben, um Gründe, Umstände und Auswirkungen von defekten Produkten bewerten zu können. Eng verzahnt mit Materialanalytikern und Brandtechnikern sowie einem PV-Systemhaus werden über detaillierte Auswertungen von Reklamationen, elektrische Kontaktstellen in Anlagen sowie in-

stallationsbedingte Fehlerquellen identifiziert und Maßnahmen zur Vermeidung aufgezeigt. So startete erst kürzlich eine deutschlandweite Umfrage zur systematischen Untersuchung von defekten oder durch Brände betroffenen Solaranlagen, bei denen Produkthersteller, Betreiber, Installateure und Sachverständige mit ihren Eingaben zur Statistik beitragen können¹⁾.

Produktsicherheit

Auslöser für lokale Temperaturerhöhungen mit Risiken zur Zündung eines Lichtbogens sind z. B. kritische Verbindungsstellen in PV-Anlagen, die i. Allg. defekte Lötkontakte (kalte Lötstellen, ungleichmäßige Lötmitteverteilungen), lockere Kabelkontakte, Erdungs- oder Isolationsfehler und defekte Bypassdioden im Modul sein können (Bild 1).

Aufgrund des erzeugten Gleichstroms durch die PV-Anlagen mit in einzelnen Strängen üblichen 8 A und Spannungen bis zu 1 kV, werden entsprechend hohe Anforderungen an die Produkte und eine adäquate Installation gesetzt. So muss – neben der hohen Qualität der Produkte – auch das Blitzschutzkonzept des Gebäudes und der Anlage auf den vorbeugenden Brandschutz abgestimmt werden.

Aus der Risikoanalyse auf der Basis der Schadensstatistik wird im Forschungsprojekt gegenwärtig an Prüfmethode gearbeitet, die es zulassen sollen, noch besser Frühschäden an kritischen Verbindungsstellen durch gezielte beschleunigte Alterungsverfahren im Labor am Produkt zu

¹⁾ Teilnahme über die Projekthomepage www.pv-brandsicherheit.de

erkennen. Das heißt, durch ein provoziertes Zünden von Lichtbögen an PV-Komponenten sollen die elektrischen, thermischen und mechanischen Voraussetzungen hierzu tiefer verstanden werden und in Maßnahmenkatalogen zur Vermeidung einfließen. Im stetigen Austausch mit der PV-Industrie und Normungsgremien werden die Ergebnisse zeitnah zur Verfügung gestellt.

Durch eine ganzheitliche Betrachtung des Brandschutzes an PV-Anlagen befasst sich der Forschungsverbund auch mit der Entzündlichkeit von Materialien. Entflammbarkeitsprüfungen für Rückseitenfolien oder generell polymeren Einhausungen werden durch komponentenspezifische Normanforderungen an den Anschlussdosen, Kabeln, Steckern usw. und durch die Sicherheitsprüfnorm an PV-Modulen in der IEC 61730-1 bereits abgebildet. Bei technologie- und anwendungsspezifischen Entwicklungen, wie etwa der Einsatz von PV-Modulen im Gebäude (also gebäudeintegriert) mit Ersatz der funktionellen Gebäudehaut durch ein Solarsystem, fordern Bauämter wie bei anderen Bauprodukten auch, den Nachweis einer Baustoffklassifizierung der „Normalentflammbarkeit“ der Komponenten.

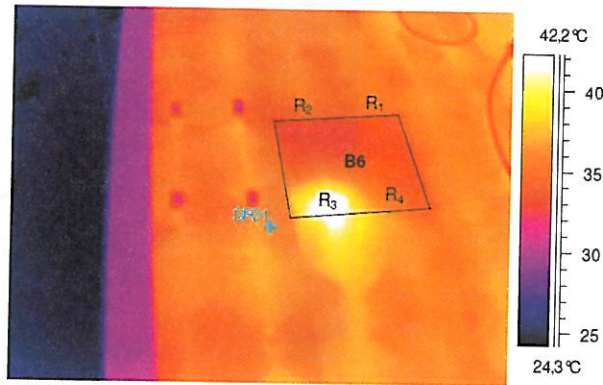


Bild 1 Lokale Widerstandserhöhung an einem Zellverbinder.

Hierzu wurden im Forschungsprojekt Versuche durchgeführt, um die Entflammbarkeit nach den Anforderungen der Landesbauordnungen oder europäischen Klassifizierung von Baustoffen (EN 13501-1) an PV-Modulen nachzuweisen. Module besitzen i. d. R. andere Maße als sie in der Baustoffklassifizierung nach DIN 4102-1 für die Prüfkörper vorgeschrieben sind. Durch die Versuche und Anwendungen dieser Klassifizierungsnorm wird eine angepasste Prüfmethode entwickelt und den entsprechenden Normungskreisen zur Verfügung gestellt.

Brandbekämpfung

Neben den Untersuchungen und Forschungen im vorbeugenden Brandschutz

am Produkt, wird mit Unterstützung der Berufsfeuerwehr München an Sicherheitsaspekten bei der aktiven Brandbekämpfung gearbeitet. Dabei war schon zu Beginn der Arbeiten klar, dass Feuerwehren löschen können und sie in der Lage sind, anders als manchmal zitiert, bei brennenden Gebäuden mit PV-Anlagen zu handeln.

Der Außenangriff kann hier über das Löschen an elektrischen Anlagen unter Einhaltung vorgeschriebener Sicherheitsabstände aus der VDE 0132 durchgeführt werden. So sind im Bereich von Niederspannungsanlagen (bis 1,5 kV Gleichspannung) Abstände bei einem Sprühstrahl von 1 m und einem Vollstrahl von 5 m einzuhalten. Um Einsatzkräften zusätzliche Unterstützung und

Wer schnürt mir das Rundumsorglos-Paket?



Intelligente Sicherheits- und Brandschutzlösungen steigern die Wirtschaftlichkeit von Unternehmen und die Lebensqualität von Menschen.

Innovationen rund um die Sicherheit und den Schutz von Menschen und Geschäftsprozessen haben bei Siemens eine lange Tradition. Unser branchenspezifisches Know-how führt zu individuell konzipierten Sicherheits- und Brandschutzlösungen, die unsere Kunden effizient vor Gefahren schützen. Darüber hinaus steigern sie die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und erhöhen die Lebensqualität aller Menschen, die im Gebäude leben und arbeiten. www.siemens.de/buildingtechnologies

Answers for infrastructure.

SIEMENS

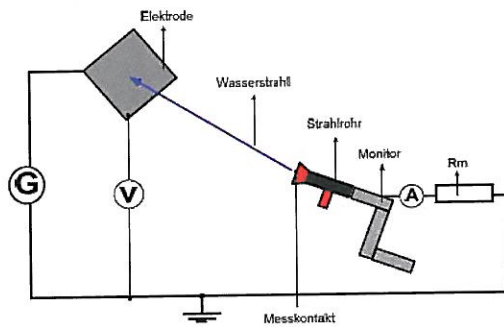


Bild 2 Versuchsaufbau: Elektrische Leitfähigkeit Strahlrohre.

Sicherheit bei der Brandbekämpfung zu geben, sind im Forschungsprojekt Versuchsreihen durchgeführt worden, bei denen der Löschvorgang mittels Wasserstrahl auf eine defekte unisolierte elektrische Anlage nachgebildet wurde. Die Experimente sollten zeigen, ob unter Einhaltung der o. g. Sicherheitsabstände eine Gefahr des elektrischen Schlags über einen geschlossenen Stromkreislauf zum Strahlrohr hin entstehen kann. Mit verschiedenen Abständen und der Nutzung unterschiedlicher Löschmittel bzw. Strahlrohre wurden die elektrischen Ströme über einer angeschlossenen Widerstandskette gemessen (Bild 2). Dazu wurde eine Metallelektrode unter eine Spannung von 1 kV gesetzt, was einer maximal möglichen photovoltaischen Generatorspannung entspricht. Die Widerstandskette sollte hierbei die Körperimpedanz eines Menschen darstellen, die Metallelektrode eine elektrisch leitende Anlage bzw. einen Solargenerator.

Weitere spezifische Sicherheitsaspekte, die eine PV-Anlage im Brandfalle betreffen, sind z. B. herabstürzende Teile von Glas oder Metall (Lösung: Absperrung, Sicherheitsabstände) sowie Rauchgase (Lösung: Atemschutz). Die Gefahr bzw. das Risiko vor elektrischem Schlag kann, wie beschrieben, reduziert bzw. vermieden werden, solange die Sicherheitsabstände eingehalten werden.

Befinden sich die Einsatzkräfte innerhalb des Gebäudes nahe der Brandstelle unter starker Sicht einschränkung bei einer PV-Anlage mit vielleicht defekten Leitungen (Aufhebung des Basis- und Fehlerschutzes) in Berührungsweite zu stromführenden Teilen, muss dennoch eine erweiterte Betrachtung der Sicherheitsaspekte erfolgen.

Normarbeitskreise der Deutschen Kommission Elektrotechnik (DKE) und Branchengremien mit dem Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) und der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie

(DGS) haben Handlungsanweisungen für Einsatzkräfte und Installateure (zum brandschutzgerechten Planen und Bauen) entwickelt. Ein fester Bestandteil aller Arbeiten ist die Entwicklung von Hinweisschildern und DC-Leitungs-Lageplänen, um Feuerwehren Hinweise auf die Existenz und Lage der PV-Anlage zu geben.

Der Schutz vor elektrischem Schlag gestaltet sich also als Geflecht mehrerer Mechanismen und Möglichkeiten um das höchste Schutzziel zu erreichen. Gerade für die Problematik der Einsatzkräfte, dass PV-Anlagen bei Licht nicht spannungsfrei sind und sich daher anders darstellen als sonstige ggf. im Brandfall abgeschaltete elektrische Anlagen, sind gegenwärtig in der Normung mehrere Möglichkeiten zur Wahrung des Schutzziels über Mindestanforderungen an die Installation von PV-Anlagen in der Diskussion.

Neben baulichen Möglichkeiten, Leitungen außerhalb des Gebäudes zu verlegen, oder der Verwendung von feuerresistenten Kanälen für DC-Kabel, stehen bislang auch Freischalter auf der Basis von Lasttrennschaltern zur Verfügung, die über eine Unterspannungsauslösung arbeiten und bei Trennen des AC-Netzes vom Gebäude DC-Spannungsfreiheit innerhalb des Gebäude gewährleisten.

Hier unterstützt das Forschungsprojekt über die Definition von Anforderungskatalogen für technische Geräte (Einrichtungen zum Trennen und Schalten), die gegenwärtig aus verschiedenen Richtungen entwickelt werden. Viele Einheiten entsprechen zwar nicht den Anforderungen der Norm EN 60947-3, können rein technisch aber eine Spannungsfreiheit modul- oder modulstrangorientiert gewährleisten. Allerdings stellen sich hierbei Fragen zur Witterungs- bzw. Langzeitbeständigkeit und -zuverlässigkeit. Hierzu werden gemeinsam mit der Industrie technische Anforderungen formuliert und den Standardisierungsgremien zur Verfügung gestellt.

Fazit

Der Brandschutz an PV-Anlagen weist an verschiedenen Stellen Handlungsbedarf auf, die gemeinschaftlich mit allen Spielern am Markt gelöst werden müssen, aber auch gelöst werden können. Dazu bietet das Forschungsprojekt ein neutrales und sachliches Portal zum Austausch, aber auch zur bewussten Aktivität an den hier diskutierten Themen. Der vorbeugende Brandschutz und die Brandbekämpfung an PV-Anlagen muss immer als ein Geflecht des Ganzen, zusammengesetzt aus verschiedenen Möglichkeiten und Wegen, gesehen werden, das sowohl auf hochwertigen Produkten, fachgerechten Installationen und angepassten baulichen und technischen Maßnahmen basieren muss. Erweiterungen etwa im Bereich von Qualitätsanforderungen von Lötkontakten und Verbindungsstellen sind sinnvoll, ebenso wie anwendungsspezifische Erweiterungen an der Anlage notwendig sind, um im Einsatzfall Rettungskräften bei der Brandbekämpfung oder technischen Hilfeleistung optimale Sicherheit zu gewährleisten und das Risiko vor elektrischem Schlag zu minimieren.

Die Ergebnisse des Projekts werden transparent und bewusst offen mit allen beteiligten Interessengruppen diskutiert und der deutschen PV-Industrie über Veröffentlichungen und Workshops zur Verfügung gestellt. Weitere Informationen zum Verbundprojekt sind unter www.pv-brandsicherheit.de zu finden.

TS 171

Autoren

Dipl.-Ing. **Florian Reil**,
Dipl.-Ing. **Willi Vaaßen**, TÜV Rheinland
Energie und Umwelt GmbH, Köln.