

Ausführungshandbuch für Photovoltaik-Anlagen

Normengerechte Planung, Montage, Installation, Inbetriebnahme und Wartung

Grundwerk mit Ergänzungslieferungen 2015. Loseblatt. Im Ordner
ISBN 978 3 86586 259 4

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

Leseprobe zum Download



Liebe Besucherinnen und Besucher unserer Homepage,

tagtäglich müssen Sie wichtige Entscheidungen treffen, Mitarbeiter führen oder sich technischen Herausforderungen stellen. Dazu brauchen Sie verlässliche Informationen, direkt einsetzbare Arbeitshilfen und Tipps aus der Praxis.

Es ist unser Ziel, Ihnen genau das zu liefern. Dafür steht seit mehr als 25 Jahren die FORUM VERLAG HERKERT GMBH.

Zusammen mit Fachexperten und Praktikern entwickeln wir unser Portfolio ständig weiter, basierend auf Ihren speziellen Bedürfnissen.

Überzeugen Sie sich selbst von der Aktualität und vom hohen Praxisnutzen unseres Angebots.

Falls Sie noch nähere Informationen wünschen oder gleich über die Homepage bestellen möchten, klicken Sie einfach auf den Button „In den Warenkorb“ oder wenden sich bitte direkt an:

FORUM VERLAG HERKERT GMBH

Mandichostr. 18

86504 Merching

Telefon: 08233 / 381-123

Telefax: 08233 / 381-222

E-Mail: service@forum-verlag.com

www.forum-verlag.com

4.8 Brandschutz

Immer wieder berichten die Medien über Brandschäden an Gebäuden durch oder mit Beteiligung von PV-Anlagen. Diese Berichte sind aus technischer Sicht oft unzureichend recherchiert oder insgesamt unsachlich.

Bei der Auswertung der Schadenstatistiken der Sachversicherer lässt sich keine auffällige Steigerung von Bränden an Gebäuden mit PV-Anlagen feststellen. Bisher handelt es sich bei den durch PV-Anlagen verursachten Brandschäden um Einzelfälle, deren Anzahl und die Schadenssummen weisen jedoch steigende Tendenz auf.

Ist eine Installation aus brandschutztechnischer Sicht z. B. auf einem Industriegebäude auffällig und die mögliche Schadenssumme zu hoch, werden Maßnahmen zur Mängelbeseitigung vereinbart. Werden diese nicht umgesetzt, so kann der Versicherungsschutz für das gesamte Gebäude vom Sachversicherer nicht weiter übernommen werden.

Generell setzt ein Feuerversicherer voraus, dass die Anlagen fachgerecht installiert und die brandschutztechnischen Einrichtungen der Gebäude nicht beeinträchtigt werden.

Daher muss sich ein Errichter mit dem Thema Brandschutz auseinandersetzen.



Abb 4.8.1: Brandschäden verursacht durch PV-Anlagen, Quelle: VGH Versicherungen

Neben den brandschutztechnischen Anforderungen der Landesbauordnungen und der Industriebauordnungen sind in vielen Bereichen weitergehende Auflagen zu beachten. So sollte beispielsweise in einem Industrieunternehmen ein Brandschutzkonzept vorliegen, das durch die nachträgliche Installation einer PV-Anlage nicht beeinträchtigt werden darf.

Im Folgenden wird auf die am häufigsten vorgefundenen Mängel und die zu beachtenden normativen Anforderungen zu deren Vermeidung eingegangen.

Installationen im Bereich von Brandwänden

Maßnahmen für die Verlegung von Leitungen

Um eine Brandfortleitung zu verhindern, dürfen keine brennbaren Materialien, wie z. B. PV-Leitungen oder Module, über eine Brandwand geführt werden (siehe

hierzu auch die jeweilige Landesbauordnung). Lässt sich eine Verlegung von Leitungen über oder durch eine Brandwand nicht vermeiden, sind die Leitungen geschützt zu verlegen. Hierzu bietet die Industrie geprüfte Leitungsschotts, Kanäle oder Brandschutzumhüllungen an.

Der Einsatz von geprüften und zugelassenen Leitungsschotts ist ohne weitere Genehmigung möglich. Bei einer Verwendung von Brandschutzbeschichtungen oder Brandschutzumhüllungen ist die Genehmigung der örtlichen Bauaufsichtsbehörde erforderlich.

Hinweis:

Es ist darauf zu achten, dass die verwendeten Baustoffe nachweislich für die Außenanwendung geeignet und dementsprechend UV- und witterungsbeständig sind.

Ragen die installierten PV-Module in der Höhe über die Überdachführung der Brandwand hinaus, muss gemäß Musterbauordnung (MBO) ein Mindestabstand von 2,5 m zur Brandwand eingehalten werden. Anderenfalls ist ein Mindestabstand von 0,5 m zu den Brandwänden einzuhalten.

*Mindestabstände zu
Brandwänden*



Abb 4.8.2: Ungeschützte Kabelführung über eine Brandwand, Quelle: VGH Versicherungen



Abb 4.8.3: Geschützte Kabelführung über eine Brandwand, Quelle: OBO Bettermann

Weitere Informationen sind in der VdS 2234 „Brand- und Komplextrennwände“ und VdS 3145 „Photovoltaikanlagen“ enthalten.

Hinweis

Die o. g. VdS-Richtlinien sind Ihnen über den Downloadbereich des Werks (► Zugangsdaten siehe [Kap. 1.4 „Onlinezugang“](#)) zugänglich.

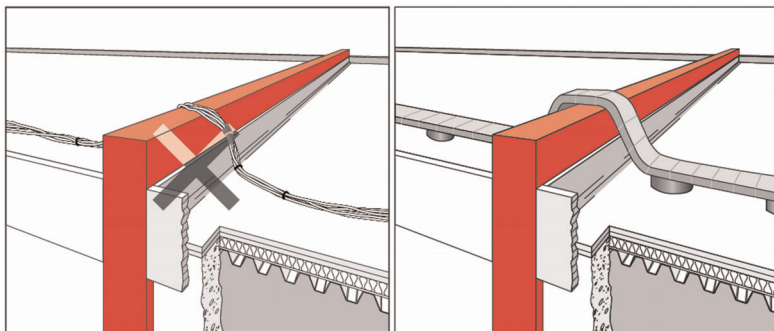


Abb 4.8.4: Kabelführung über eine Brandwand, Quelle: VdS 2234

Beeinträchtigungen brandschutztechnischer Einrichtungen

Bei der Besichtigung von Industriegebäuden mit PV-Anlagen auf dem Dach sind immer wieder Beeinträchtigungen von Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA-Anlagen) festzustellen.

Grundsätzlich sind diese und weitere brandschutztechnische Einrichtungen des jeweiligen Gebäudes bei der Errichtung von PV-Anlagen zu berücksichtigen und gilt, dass ihre Schutzfunktion nicht durch die PV-Anlage gemindert werden darf.

Entsprechend wäre bereits in der Planungsphase zu klären, ob genannte Einrichtungen im Gebäude bereits vorhanden sind und wie die PV-Anlage ggf. in das vorgefundene Schutzkonzept sinnvoll eingebunden werden kann. Auch ist für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten ein Mindestabstand zu berücksichtigen. Bei der Planung der Belegung der Dachfläche sollte daher der Brandschutzplaner oder mindestens der Brandschutzbeauftragte des Unternehmens mit eingebunden werden.

Weitere Hinweise zur Planung bei RWA und NRA (natürliche Rauchabzugsanlagen) bietet die Homepage vom Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V. (<http://www.fvlr.de>).

Bildung großer Generatorflächen

Generatorflächen sollten durch modulfreie Streifen aufgeteilt werden, sodass eine wirksame Brandbekämpfung möglich ist. Im Brandfall wird so das wirksame

Löschen eines Feuers bei einzelnen PV-Modulen innerhalb dieser Fläche ermöglicht. Auch ist ein Öffnen des Daches an diesen Stellen durch die Feuerwehr und damit ein kombinierter Innen- und Außenangriff zum Löschen des Feuers und eine Begrenzung des Schadensmaßes möglich.

Unterbrechungen einer zusammenhängenden Generatorfläche bringen zusätzliche Vorteile für die Wartung, Reinigung und Reparatur.



*Abb 4.8.5: Generatoren auf Teilflächen aufgeteilt,
Quelle: VGH Versicherungen*

Beeinträchtigung des äußeren Blitzschutzes

In der Praxis sind Mängel an Blitzschutzsystemen durch die nachträgliche Installation einer PV-Anlage auf einem Gebäude mit vorhandenem äußerem Blitzschutz sowie fehlendem Überspannungsschutz häufig Punkte, die Sachverständige bemängeln.

Hierdurch werden Blitzschutzanlagen in ihrer Funktion beeinträchtigt oder das Schutzkonzept unterlaufen. Es wurden Gebäude besichtigt, deren äußerer Blitzschutz bei der Montage der PV-Anlage teilweise demontiert oder überbaut wurde oder bei denen Fangstangen „umgestellt“ wurden.

In diesem Zusammenhang ist neben der möglichen Personengefährdung auch der haftungsrechtliche Aspekt vom Errichter zu beachten. Trifft nun ein Blitz das Gebäude, muss der Errichter der PV-Anlage bei Personen oder Brandschäden mit strafrechtlichen Konsequenzen und Regressforderungen des Sachversicherers des Gebäudes rechnen.

*Haftungsrechtliche
Aspekte*



Abb 4.8.6: Überbaute Fangeinrichtung,
Quelle: VGH Versicherungen



Abb 4.8.7: Demontierte Fangeinrichtung,
Quelle: VGH Versicherungen

Bei der Montage von PV-Anlagen auf Gebäuden mit äußerem Blitzschutz ist es notwendig, eine Blitzschutzfachkraft bereits in der Planungsphase einzubinden. Dem Betreiber des Gebäudes ist nach Abschluss der Montage eine Prüfbescheinigung auszuhändigen, in der die Funktionsfähigkeit der Blitzschutzanlage bescheinigt wird.

Hinweis:

Für weiterführende Informationen zur fachgerechten Planung, Errichtung und zum fachgerechten Betrieb von Blitzschutzanlagen und Überspannungsschutzeinrichtungen ► siehe [Kap. 4.5 „Blitz- und Überspannungsschutz nach VDE 0185-305-3“](#).

Installationen innerhalb feuergefährdeter Betriebsstätten

*Anforderungen an die
Installation gem. DIN
VDE 0100-420*

An die Installation von Betriebsmitteln innerhalb feuergefährdeter Betriebsstätten werden normativ und von den Sachversicherern besondere Anforderungen gestellt. Es gilt, die DIN VDE 0100-420 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-42: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen thermische Auswirkungen“ (Ersatz für: VDE 0100-482) zu beachten.

VdS 2033

Hinweise der Sachversicherer sind in der VdS 2033 „Elektrische Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten und diesen gleichzustellende Risiken“ zu finden.

In der Praxis wird häufig kontrovers diskutiert, ob es sich bei dem zur Installation vorgesehenen Bereich um eine feuergefährdete Betriebsstätte handelt. Hier hilft die Tabelle 1 des Anhangs C der VdS 2033 mit Fallbeispielen. Im Zweifelsfall kann der Sachversicherer des Gebäudes befragt werden.

Hinweis:

Die VdS 2033 ist Ihnen über den Downloadbereich des Werks (► Zugangsdaten siehe [Kap. 1.4 „Onlinezugang“](#)) zugänglich.

Eine grundsätzliche Festlegung der VDE 0100-420 ist, dass innerhalb der feuergefährdeten Betriebsstätten die elektrischen Anlagen auf solche beschränkt werden, die für die Anwendung in diesen Betriebsstätten erforderlich sind. Eine PV-Anlage ist in der Regel für den Betrieb des Gebäudes nicht erforderlich und somit normwidrig.

Auch dürfen beispielsweise die Kabel und Leitungen, die diese Bereiche durchqueren, generell keine Verbindungsstellen oder Klemmen in diesen Betriebsstätten haben. Ebenso fordert die Norm einen Isolationsfehlerschutz, der zumindest auf der DC-Seite nur schwer realisierbar ist.

Praxistipp:

Aufgrund der o. g. normativen Vorgaben sollte generell auf die Installation von Betriebsmitteln einer PV-Anlage innerhalb feuergefährdeter Betriebsstätten verzichtet werden.



Abb 4.8.8: Unzulässige Montage in „feuergefährdeten Betriebsstätten“, Quelle: VGH Versicherungen

Mangelhafter Fehlerstromschutz

Anforderungen an Fehlerstromschutz- schalter

In einigen Bereichen, wie z. B. in landwirtschaftlichen Betriebsstätten, müssen Endstromkreise aus brandschutztechnischen Gründen mit Fehlerstromschutzschaltern RCD 300 mA ausgerüstet werden. Bei Besichtigungen wird aber immer wieder festgestellt, dass auf die Installation des RCD verzichtet wird.

Hinweis:

Wird der normativ geforderte Fehlerstromschutzschalter nicht eingebaut, kann im Fall eines Brandschadens der Feuerversicherer des Gebäudes den Errichter der PV-Anlage in Regress nehmen; strafrechtliche Konsequenzen sind auch möglich.

Nach der DIN VDE 0100-712 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Solar-Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme“ ist zunächst zu prüfen, ob ein RCD vom Typ A oder Typ B erforderlich ist. Dies hängt im Wesentlichen von den Vorgaben des Wechselrichterherstellers ab.

DIN VDE 0100-712

Als Installationsort dieses RCD kommen die Unterverteilung der PV-Anlage sowie die Zählerverteilung in Betracht.

Aufgrund der betriebsbedingten Ableitströme (ca. 100 mA pro Wechselrichter) müssen bei größeren Anlagen die Wechselrichter auf mehrere RCD aufgeteilt werden. Ansonsten sind Fehlauflösungen möglich.

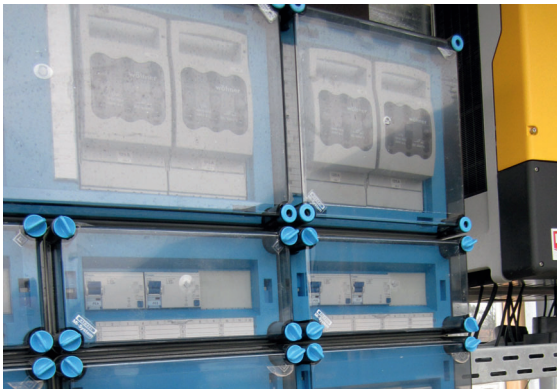


Abb 4.8.9: Wechselrichterverteilung mit RCD,
Quelle: VGH Versicherungen

Fehlende generatornahe Abschaltbarkeit der DC-Leitungen

Von vielen Brandschützern und auch Feuerwehkräften werden die nicht abschaltbaren DC-Leitungen im Brandfall als problematisch angesehen.

*Anwendungsregel
VDE-ARE 2100-712*

Maßgebend hierzu ist die Anwendungsregel VDE-ARE 2100-712 „Maßnahmen für den DC-Bereich einer Photovoltaikanlage zum Einhalten der elektrischen Sicherheit im Falle einer Brandbekämpfung oder einer technischen Hilfeleistung“.

Diese Anwendungsregel gilt für PV-Systeme an oder auf Gebäuden, definiert die Schutzziele zum Einsatz von möglichen Abschalteinrichtungen, beschreibt Lösungen zu deren Realisierung und legt technische Mindestanforderungen sowie organisatorische Maßnahmen fest.

Schutzziel

Als Schutzziel wird dabei definiert, dass im Schadenfall (Brandfall, Einsturz der Trägerkonstruktion etc.) gefährliche berührbare Spannungen nicht auftreten dürfen. Bei solchen Schadenfällen ist davon auszugehen, dass die Schutzmaßnahme „Doppelte oder verstärkte Isolierung“ im DC-Bereich der PV-Anlage durch mehrere Fehler unwirksam werden kann.

*Maßnahmen zur
Erreichung des
Schutzziels*

Zur Erreichung des Schutzziels werden in der Anwendungsregel drei Gruppen von möglichen Maßnahmen behandelt:

1. Kennzeichnung von Anlage und PV-DC-Leitungsführung
2. bauliche und organisatorische Installationsmaßnahmen
3. technische Installationsmaßnahmen

Diese Maßnahmen, auf die im Folgenden genauer eingegangen wird, sind in der Planungsphase zwischen dem Planer, Errichter und zukünftigen Betreiber einer PV-Anlage zu vereinbaren.

Bei der Entscheidung, ob und in welchem Umfang Maßnahmen notwendig sind, sind die Bauart und Nutzung des Gebäudes sowie der Wert des Gebäudes oder seines Inhalts zu berücksichtigen.

Die Entscheidung obliegt dem zukünftigen Betreiber. Der Anlagenplaner und die ausführende Elektrofachkraft haben in diesem Fall lediglich eine beratende Funktion.

Kennzeichnung von Anlage und PV-DC-Leitungsführung

Zur allgemeinen Kennzeichnung eines Gebäudes mit einer PV-Anlage ist im Anhang der Anwendungsregel ein Hinweisschild vorgesehen.

Im Anhang B ist ein Übersichtsplan beispielhaft angefügt, der die im Einsatzfall wesentlichen Informationen wie z. B.

- die Kabelwege der Spannung führenden Leitungen,
- den Installationsort des PV-Generators,
- die Position der DC-Freischalteinrichtungen

in einer einfachen Übersicht darstellt.

Sofern für das Gebäude ein Feuerwehrplan bereits vorhanden ist, ist dieser zu überprüfen und ggf. zu überarbeiten.

Bauliche und organisatorische Installationsmaßnahmen

Hierzu führt die VDE-AR-E 2100-712 drei Maßnahmen auf:

1. gegen Feuer geschützte Verlegung von PV-DC-Leitungen im Gebäude

Neben der Beschreibung, wie die PV-DC-Leitungen im Gebäude gegen Feuer geschützt zu verlegen sind, legt die Anwendungsregel Mindestanforderungen an die Feuerwiderstandsklasse fest und lässt

einen ungeschützten Bereich von max. 1 m um den Wechselrichter ausdrücklich zu.

2. Verlegung des DC-Bereichs einer PV-Anlage außerhalb des Gebäudes
3. gegen Berührung geschützte und feuerwiderstandsfähige Verlegung von PV-DC-Leitungen im Gebäude

Auch bei dieser Maßnahme wird ein ungeschützter Bereich von max. 1 m um den Wechselrichter zugelassen.

Technische Installationsmaßnahmen

In der Anwendungsregel werden folgende Einrichtungen zum Schalten, Trennen oder Kurzschließen im DC-Bereich einer PV-Anlage beschrieben:

- Einrichtungen zum Trennen des Strangs oder PV-Generators
- Einrichtungen zum Kurzschließen des Strangs oder PV-Generators
- Einrichtungen zum Abschalten des PV-Moduls
- Einrichtungen zum Kurzschließen des PV-Moduls

Zu diesen Einrichtungen werden technische Mindestanforderungen definiert. Dabei ist beispielsweise festgelegt, dass bei Abschaltung des Wechselrichters oder Wegfall der Netzspannung das Schalten, Trennen oder Kurzschließen außerhalb des Gebäudes bzw. vor dem zu schützenden Bereich in Richtung Wechselrichter automatisch erfolgen muss.

Geeignet sind die Einrichtungen demnach, wenn durch ihr Ansprechen folgender Zustand erreicht wird:

*Mindestanforderungen
an Einrichtungen*

- Die Spannung zwischen einem aktiven Teil und Erde und die Spannung zwischen aktiven Teilen ist kleiner als 120 V Gleichspannung (oberschwingungsfrei).
- Die Summe aller ausgangsseitigen Kurzschlussströme im gleichen ausgangsseitigen DC-System ist kleiner als 12 mA DC.
- Die Energie innerhalb des ausgangsseitigen DC-Systems ist geringer als 350 mJ.

An das für diese Einrichtungen erforderliche Freigabesignal werden ebenfalls Anforderungen gestellt.

Neben den technischen Mindestanforderungen erläutert die VDE-AR-E 2100-712 aber auch notwendige Einschränkungen.

*Einschränkungen und
Sonderlösungen*

Die elektronischen Abschalt- oder Kurzschließenrichtungen, die in die Modulanschlussdose integriert oder in deren Nähe zusätzlich installiert werden, gelten als problematisch. Es wird insbesondere der bisher fehlende Nachweis der Langzeitzuverlässigkeit kritisiert. Auch werden die normativ geforderten Messungen vor der Inbetriebsetzung (gem. VDE 0126-23) erschwert oder ganz verhindert. Aus diesem Grund findet sich in der aktuellen Version der Anwendungsregel bei den Einrichtungen zum Kurzschließen des PV-Moduls lediglich der Hinweis „In Beratung“.

Generell ist bei elektronischen Lösungen eine „sichere Trennung“, wie sie in den bestehenden Normen für andere Anwendungen gefordert wird, mit elektronischen Bauteilen nicht möglich. Diese Lösungen werden jedoch unter bestimmten Randbedingungen (besondere Anforderungen an das typische Ausfallverhalten der Bauteile und die Überwachung bzw. Testfunktion) als Sonderlösungen zugelassen.

Es ist beim Einsatz von Trenn- oder Kurzschließenrichtungen im Strang des Generators zu beachten, dass ein dauerhaftes Kurzschließen des Stranges nach derzeitigem Stand der Anwendungsregel nicht zulässig ist.

Auch kann mit diesen Einrichtungen im Strang die Spannung am Generator selbst nicht abgeschaltet werden. Diese Einschränkung ist im Einsatzfall von den Hilfskräften zu beachten.

Eine Anwendungsregel ist für einen begrenzten Zeitraum gültig (nach VDE 0022 max. 5 Jahre). Da die technische Entwicklung in diesem Bereich noch sehr schnell voranschreitet, kann davon ausgegangen wer-

den, dass hier zukünftige Betriebserfahrungen und Neuentwicklungen einfließen werden.

Die VDE-AR-E 2100-712 war Gegenstand eines öffentlichen Einspruchsverfahrens und kann damit den Status einer „allgemein anerkannten Regel der Technik“ erlangen.

Zusammenfassend lässt sich somit festhalten:

Zuallererst wird ein Gebäude durch eine PV-Anlage dann gefährdet, wenn die Qualität der elektrischen Installation unzureichend ist. Es wäre der falsche Weg, eine zusätzliche modulnahe Abschalteinrichtung zu fordern, um diese Fehler der Planung oder Installation zu kompensieren!

Die beschriebenen Maßnahmen ermöglichen, auch auf Gebäuden, für die erhöhte Anforderungen an den Brandschutz oder die Sicherheit der Einsatzkräfte (z. B. im Brandfall) gelten, PV-Anlagen fachgerecht zu installieren und das Risikopotential trotzdem auf einem für alle Beteiligten akzeptablen Niveau zu halten.



Abb 4.8.10: Zentrale Abschaltung, Quelle: VGH Versicherungen

Instandhaltung, Prüfung, Thermografie

Eine wirksame Maßnahme zur Minimierung des Brandrisikos ist die regelmäßige Durchführung von Inspektionen. Insbesondere die thermografische Untersuchung bietet die Möglichkeit, Fehler (wie z. B. Defekte in Modulanschlussdosen, erhöhte Übergangswiderstände, Zellausfälle, Verschattungen) zu einem sehr frühen Zeitpunkt zu erkennen. Die AC-Verteilungen sollten dabei ebenfalls untersucht werden.

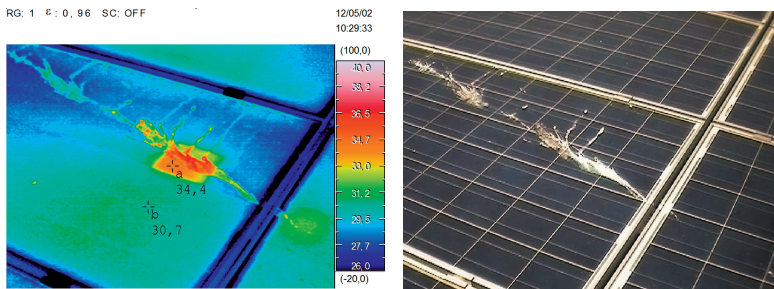


Abb 4.8.11: Zellenüberhitzung durch Verschmutzung, Quelle: L. Erbe

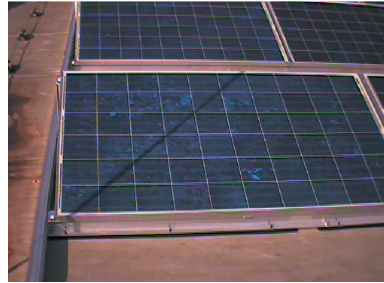
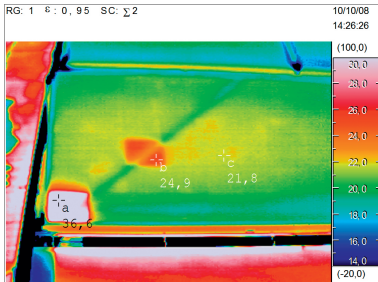


Abb 4.8.12: Hotspot durch Verschattung, Quelle: L. Erbe

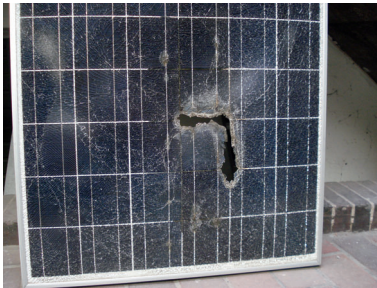


Abb 4.8.13: Lichtbogenschaden am PV-Modul, Quelle: VGH Versicherungen

Nicht-Beachtung der Umgebungsbedingungen und/oder fehlerhaft ausgewählter Montageort/ für Wechselrichter

Ein häufiger Planungsfehler entsteht aus Sicht des Brandschutzes bereits bei der Festlegung des Installationsorts der Wechselrichter. Die für das Gerät festgelegten Umgebungsbedingungen werden häufig nicht eingehalten oder die Geräte sind im Gefahrenfall nicht zugänglich. Besonders ist auf eine ausreichende Belüftung des Betriebsraums sowie den Schutz vor Staub und direkter Sonneneinstrahlung zu achten. Die Anlagerung von brennbaren Materialien ist unbedingt zu vermeiden.



Abb 4.8.14: Unzugängliche Wechselrichter,
Quelle: VGH Versicherungen



Abb 4.8.15: Unbelüfteter Betriebsraum des
Wechselrichters, Quelle: VGH Versicherungen

Fehlerhaft angeschlossene Aluminiumkabel

Bei der Ermittlung von Brandursachen an PV-Anlagen zeigt sich in den letzten Jahren eine ungewöhnliche Häufung von mangelhaft ausgeführten Anschlüssen/Klemmverbindungen der Kabel von den Wechselrichterverteilungen zur Trafostation. In der Regel sind hierbei Aluminiumkabel auffällig. Grundsätzlich müssen beim Anschluss der Anlagen an die Zählerverteilungen oftmals größere Entfernungen überbrückt werden. Um die Leistungsverluste so gering wie möglich zu halten, werden die Querschnitte sehr groß gewählt. Dies führt in Verbindung mit dem in den letzten Jahren deutlich gestiegenen Kupferpreis zu erheblichen Mehrkosten. Als Alternative werden deshalb oft Aluminiumkabel verwendet.

Aufgrund falsch ausgewählter und mangelhaft ausgeführter Klemmverbindungen kam es in den letzten Jahren immer wieder zu Brandschäden an Gebäuden und Anlagen.

Um dem entgegenzuwirken, sind beim Anschluss von Aluminiumkabeln bestimmte Arbeitsschritte einzuhalten (► siehe [Kapitel 4.4.7 „Aluminiumkabel“](#)).

Weiterführende Informationen zum Thema sind in folgenden VdS-Richtlinien zu finden:

- VdS 3145 „Photovoltaikanlagen – Technischer Leitfaden“
- VdS 2033 „Elektrische Anlagen in feuergefährdeten Betriebsstätten und diesen gleichzustellenden Risiken – Richtlinien zur Schadenverhütung“

Hinweis:

Die o. g. Richtlinien sind Ihnen über den Downloadbereich des Werks (► Zugangsdaten siehe [Kap. 1.4. „Onlinezugang“](#)) zugänglich.

Bestellmöglichkeiten



Ausführungshandbuch für Photovoltaik-Anlagen

Für weitere Produktinformationen oder zum Bestellen hilft Ihnen unser Kundenservice gerne weiter:

Kundenservice

☎ **Telefon: 08233 / 381-123**

✉ **E-Mail: service@forum-verlag.com**

Oder nutzen Sie bequem die Informations- und Bestellmöglichkeiten zu diesem Produkt in unserem Online-Shop:

Internet

🌐 **<http://www.forum-verlag.com/details/index/id/5890>**