Solarstrom

Wagner & Co

SOLARTECHNIK
SOLAR TECHNOLOGY
TECHNIQUE SOLAIRE
TECNOLOGÍA SOLAR
TECNOLOGIA SOLARE

Brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung von PV-Anlagen



INFORMATIONEN FÜR
PLANER UND INSTALLATEURE
VON PHOTOVOLTAIK-ANLAGEN

BSW Bundesverband Solarwirtschaft

BFSB

BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

DGS

ZVEH

Diese Broschüre wurde 2010/2011 von der Expertenkommission „Brandschutzgerechte Planung, Installation und Betrieb von PV-Anlagen“ im Rahmen des Projektes „PV Brandvorbeugung und -bekämpfung“ mit größter Sorgfalt erstellt. Eine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit und Eignung der Hinweise im Einzelfall besteht gleichwohl nicht. Eine eigene sorgfältige Prüfung der im Falle eines konkreten Vorhabens zu beachtenden Umstände und Regelungen bleibt daher unverzichtbar.

Die in dieser Broschüre vorgestellten Hinweise und Empfehlungen basieren auf den in Deutschland gegebenen Installationssituationen und rechtlichen Rahmenbedingungen. Sie wurden mit der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren in Deutschland abgestimmt.

Die Vervielfältigung der Broschüre für nicht-kommerzielle Zwecke ist gestattet. Die kommerzielle Nutzung von Textteilen ist ausschließlich den Herausgebern und Mitarbeitern des Merkblattes vorbehalten. Die Verfasser und Herausgeber übernehmen keine Haftung für Fehler in Zusammenhang mit der Vervielfältigung oder bei der Reproduktion.

Impressum
Februar 2011
Schlussredaktion / Lektorat / Gestaltung: perspectis
Titelfoto: Ingo Bartussek – Fotolia.com

Inhalt

1. Einleitung 4

2. Grundsätze der Planung, Errichtung und Instandhaltung 5
2.1 Aufbau und Befestigung der Unterkonstruktion 6
2.2 Elektroinstallation 7
2.3 Blitzschutz 8
2.4 Inbetriebnahmeprüfung 9
2.5 Anlagenübergabe, Einweisung, Kennzeichnung und Dokumentation 10
2.6 Instandhaltung 11
2.7 Verantwortung des Betreibers 12

3. Grundsätze der brandschutzgerechten Planung und Errichtung 13
3.1 Allgemeiner Hinweis und Begriffserläuterung 13
3.2 Baulicher Brandschutz 13
3.3 Personenschutz von Einsatzkräften 16
3.4 Abwehrender Brandschutz 17

4. Brandschutzgerechte Installation von PV-Anlagen 19
4.1 Realisierung des baulichen Brandschutzes 19
4.2 Realisierung des Schutzzieles – Personenschutz für Einsatzkräfte 21
4.3 Voraussetzungen für den abwehrenden Brandschutz an PV-Anlagen 24
4.4 Zusätzliche Hinweise für besondere Gebäudetypen 26
4.5 Hinweise für besondere Anlagentypen 27

5. Anhang 30
5.1 Weiterführende Informationen 30
5.2 Übersichtsplan für Einsatzkräfte 30
5.3 Gebäudeklassen nach Musterbauordnung (MBO) – Auszug 33
5.4 Verweise auf Produktnormen und Anforderungsprofile 34
5.5 Wartungs- und Instandhaltungscheckliste 35
5.6 Baustoffklassen 36
5.7 Glossar 37

1. Einleitung

Brandschutz für PV-Anlagen ist ein sehr komplexes Thema. Es kursieren zum Teil widersprüchliche Informationen zum Anlagenbau hinsichtlich der Brandbekämpfung. Klar ist, bei sachgemäßer Instalaltion lassen sich PV-Anlagen ohne Einschränkungen löschen.

Vorneweg: PV-Anlagen sind sicher! Von ihnen geht keine Brandgefahr aus. Gefährlich wird es nur dann, wenn Mängel bestehen – Isolationsschäden oder schlechte Kontakte zum Beispiel. Eine Solaranlage unterscheidet sich damit nicht von anderen elektrischen Einrichtungen. Wer qualitativ hochwertige Komponenten wählt, diese fachgerecht installiert und die Anlage regelmäßig wartet, sorgt bereits für ein hohes Maß an Sicherheit.

Wenn PV-Anlagen zunehmend von Bränden betroffen sind, liegt das nicht an einer ihnen innewohnenden Gefahr, sondern daran, dass auf immer mehr Gebäuden PV-Module installiert sind, mit denen Sonnenenergie in Strom gewandelt wird. Und mit zunehmender Zahl dieser steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gebäude in Brand gerät, auf dem auch eine PV-Anlage angebracht ist.

Diese Broschüre bündelt erstmals das umfassende Wissen langjährig erfahrener Praktiker und des BSW-Solar e. V. für eine fachgerechte Planung und Installation von PV-Anlagen. Sie enthält die gesetzlichen Vorschriften zum baulichen und abwehrenden Brandschutz, Informationen zur Personensicherheit der Feuerwehrleute beim Einsatz, Empfehlungen, Wartungs- und Instandhaltungs-Checklisten und vieles mehr. Besonders detailliert gehen wir auf die in Deutschland am häufigsten vorkommenden Aufdachanlagen ein, aber auch andere Anlagen- und Gebäudetypen werden behandelt.

Kurz: Sie finden in unserer Broschüre sämtliche, Stand Februar 2011, verfügbaren wichtigen Informationen für eine brandschutzgerechte Errichtung von PV-Anlagen – übersichtlich und praxisgerecht.

2. Grundsätze der Planung, Errichtung und Instandhaltung

Es gibt keine direkten Regelungen bezüglich Photovoltaikanlagen und vorbeugendem Brandschutz. Die Informationen beschreiben den Stand der Technik und die Fachregeln zum Brandschutz. Die meisten elektrischen Leitungen sind mit brennbaren Isolierungen umhüllt und das Fließen des Stromes verursacht Wärme. Beim fachgerechten Einsatz ist dieses unbedenklich.

Für alle elektrischen Anlagen gilt:

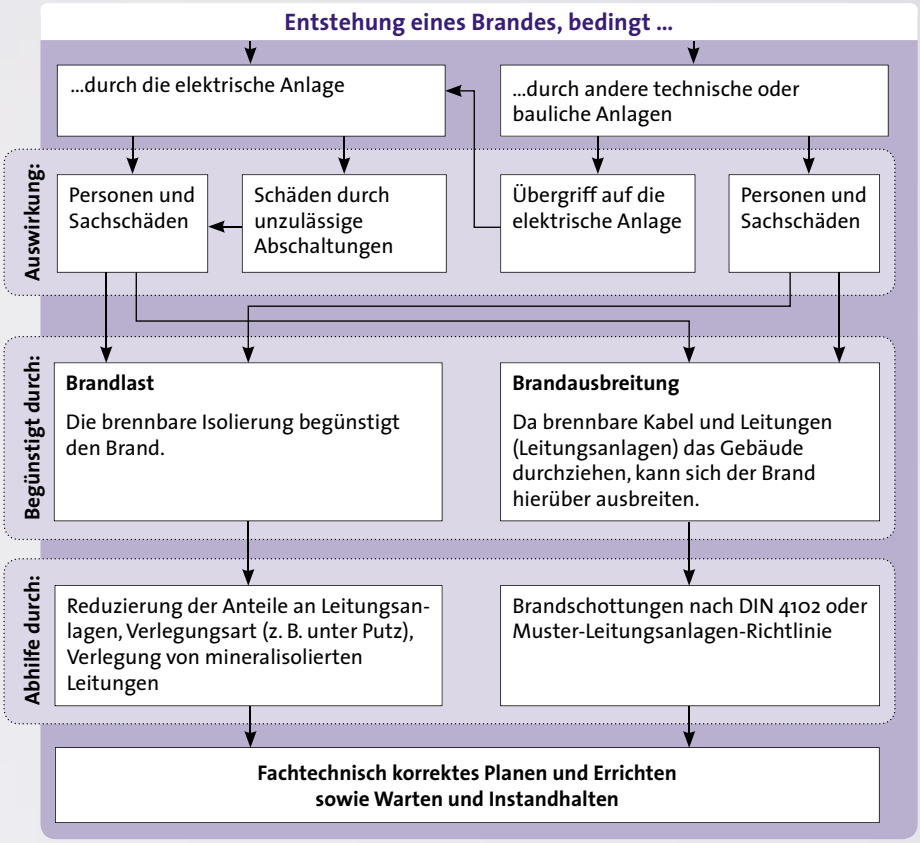


Abb. 1: Beteiligung einer elektrischen Anlage bei der Entstehung eines Brandes, bei der Brandentwicklung und bei der Brandweiterleitung, nach „Brandschutz in elektrischen Anlagen", Herbert Schmolke, Hüthig & Pflaum

2.1 Aufbau und Befestigung der Unterkonstruktion

Moderne PV-Anlagen erreichen eine Lebensdauer von 25 Jahren und mehr – ein langer Zeitraum, in dem sie oftmals extremer Witterung ausgesetzt sind: Sie haben Schneelasten zu tragen, sind Regengüssen ausgesetzt und müssen heftigem Wind standhalten. Aber auch die alltäglichen Klimabedingungen, insbesondere Temperaturschwankungen und Korrosion, setzen einer Anlage zu.

Die auftretenden Lasten müssen über das Montagesystem auf die Unterkonstruktion abgeführt werden. Eine ausreichende statische Bemessung sowie Langlebigkeit der Komponenten sind daher unabdingbar. Wenn sämtliche Installationen fachgerecht und nach den anerkannten Regeln der Technik durchgeführt werden, ist eine PV-Anlage mit all ihren Bestandteilen sicher verbaut.

Zwingend einzuhalten sind für ihre Errichtung Baunormen wie die für Holzbau, Stahlbau, Leichtmetallbau sowie Statiknormen wie die für Wind- und Schneelasten an Tragwerken. Zu beachten sind weiterhin technische Richtlinien wie die des Dachdeckerhandwerks oder der Bauproduktthersteller und Komponentenhersteller. Wesentliche Grundlage zur Ermittlung der statischen Anforderungen an das Montagesystem sind die alten DIN 1055-4:2005-03 Einwirkungen auf Tragwerke: Windlasten sowie die DIN 1055-5:2005-07 Einwirkungen auf Tragwerke: Schnee- und Eislasten. Beide Normen sind im die EN 1991 eingeflossen, die die Lastbemessung innerhalb der Europäischen Union vereinheitlichen. Sie entsprechen dieser bis auf die nationalen Besonderheiten. Die genannten Normen tragen den veränderten Anforderungen an Tragwerke vor dem Hintergrund genauerer Wetterbeobachtungen und des Klimawandels Rechnung.

Eine fehlerhafte bzw. nicht fachgerechte Montage von PV-Modulen, DC-Leitungen und Steckern kann zu Isolationswiderstandsfehlern führen, die z. B. durch Lichtbögen Brände verursachen können. Deshalb ist insbesondere eine fachgerechte Leitungsverlegung und -befestigung an der Modulunterkonstruktion erforderlich.

HINWEIS

- Zugentlastung herstellen
- Biegeradien einhalten
- Leitungsverlegung über scharfe Kanten vermeiden
- Aufliegen von Leitungen auf dem Dach vermeiden
- Montageanweisungen der Stecker- und Leitungshersteller achten

Der Mindestabstand zwischen Modulunterseite und Dachhaut muss, entsprechend dem Regelwerk des deutschen Dachdeckerhandwerks, mindestens 6 cm betragen.

2.2 Elektroinstallation

Für die Installation einer PV-Anlage ist die Norm VDE 0100-712 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Solar-Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme“ von zentraler Bedeutung. Sie definiert grundlegende Begriffe, gibt die zu treffenden Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag vor (im Einklang mit VDE 0100 Teil 410), und geht auf spezielle Anforderungen der PV-Elektroinstallation ein. Da bei PV-Modulen der Kurzschlussstrom ISC fast identisch mit dem Betriebstrom IMPP, und der Strom zudem noch in direkter Abhängigkeit zur Einstrahlung ist, gibt es keine Möglichkeit, Sicherungen für den Kurzschlussfall einzusetzen. * Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied zur üblichen Wechselstrom-Gebäudeinstallation. Um die Personensicherheit bei einer PV-Anlage dennoch zu gewährleisten, gibt es daher die Anforderung der erd- und kurzschlusssicheren Leitungsverlegung der PV-Leitungen (DC) nach DIN VDE 0100-520 Kap. 52. Daraus ergeben sich z. B. auch die Anforderungen der separaten Leitungsführung von Plus- und Minuspol (nicht in einer Leitung) und der doppelten Isolierung der Leitungen.

Bei PV-Anlagen wird die Sicherheit durch spezielle Isoliereigenschaften der Materialen (z. B. Schutzklasse 2 für elektrische Betriebsmittel) aller verwendeten Komponenten im DC-Stromkreis hergestellt.

Auch ist es wichtig, dass sich während des Betriebes einer PV-Anlage keine Kontaktstellen öffnen (z. B. bei schlecht gecrimpten Solarsteckern), denn dann besteht Lichtbogengefahr. Die Anforderungen dazu spiegeln sich in der Norm VDE 0100-712 im Kapitel 712.522 „Kabel- und Leitungsanlagen“ wieder. Aufgrund der Lichtbogenentstehung während des Schaltvorganges in Trennschaltern im PV-Gleichstromkreis gibt es hierfür ebenfalls spezielle Anforderungen, die in Kapitel 712.522 „Trennen, Schalten und Steuern“ deutlich gemacht werden.

Zu Bränden können beispielsweise führen: Ein Isolationswiderstandsverlust bei einer PV-Anlage, der Einsatz ungeeigneter elektrischer Betriebsmittel, die z. B. nicht für den erforderlichen Gleichstrom oder das entsprechende Spannungsniveau ausgelegt sind, oder im Betrieb aufbrechende Kontaktstellen. Daher muss eine PV-Anlage immer sorgfältig und im Einklang mit obiger Norm geplant und montiert werden.

HINWEIS

Es gibt für Produkte bestimmte Normen (siehe Anhang Kap. 5.4). Für Leitungen gibt es noch keine Normen, allerdings sollten Leitungen eingesetzt werden, die das Anforderungsprofil für PV-Leitungen, gemäß Bauartbezeichnung PV1-F erfüllen.

**Anm.: Sobald mehrere Stränge mit PV-Modulen parallel geschaltet werden (meist bei größeren Anlagen), können Sicherungselemente gegen Rückströme erforderlich sein.*

2.3 Blitzschutz

Ein Blitzschutzsystem besteht immer aus einem inneren und äußeren Blitzschutz.

Der innere Blitzschutz umfasst sämtliche Maßnahmen gegen die Auswirkungen der Überspannungen des Blitzstromes und der Blitzspannung auf Installationen sowie elektrische und elektronische Teile der baulichen Anlage. Der äußere Blitzschutz besteht aus den Blitzfangeinrichtungen, den Ableitungen, der Erdungsanlage und der Einhaltung des Trennungs- bzw. Sicherheitsabstandes. Der äußere Blitzschutz bietet Schutz bei Blitzeinschlägen, die direkt in die zu schützende Anlage erfolgen. Das Blitzschutzsystem stellt einen wesentlichen Bestandteil des Gebäudebrandschutzes dar.

Wird eine PV-Anlage auf einem Gebäude errichtet, erhöht sich nicht die Wahrscheinlichkeit eines direkten Blitzeinschlages.

Ist geplant, eine PV-Anlage auf einem privaten Gebäude zu errichten, das noch kein Blitzschutzsystem besitzt, kann auf die Errichtung einer Blitzfangeinrichtung verzichtet werden. Im Normalfall kann davon ausgegangen werden, dass das Gebäude kein erhöhtes Gefährdungspotenzial für direkte Blitzeinschläge aufweist bzw. auf kein erhöhtes Schutzziel Wert gelegt wird.

Bereits in der Planungsphase ist zu klären, welche Anforderungen der Versicherer bezüglich des Blitz- und Überspannungsschutzes stellt. DC-Leitungen sollten induktionsarm verlegt werden. Diese Maßnahme minimiert die induzierten Spannungen. Eine geschirmte Leitungsverlegung schließt die Einkopplung von Induktionsspannungen aus.

Ist geplant, eine PV-Anlage auf einem öffentlichen Gebäude zu errichten, müssen primär die Blitzschutzforderungen der jeweiligen Landesbauordnungen und zusätzlich die geltenden Blitzschutz-Normen und Normen zur elektrischen Sicherheit berücksichtigt werden. Die PV-Anlage darf die Wirksamkeit des Blitzschutzsystems nicht aufheben und auch nicht negativ beeinflussen. Besonders bei öffentlichen Gebäuden ist eine Blitzschutzfachkraft nach VDE 0185-305 zu konsultieren. Die Blitzschutzfachkraft sollte bereits in der Planungsphase die erforderlichen Trennungsabstände der PV-Anlage berechnen, die Blitzfangeinrichtungen vorgeben und

HINWEIS

Die Vorgaben der Blitzschutzfachkraft sollten in Anlehnung an die Norm VDE 0185-305 Teil 1 bis 4 erfolgen. Zusätzliche informative Hilfestellung gibt das Normen-Beiblatt VDE 0185-305-3 Beiblatt 5 „Blitzschutz – Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen – Beiblatt 5: Blitz- und Überspannungsschutz für PV-Stromversorgungssysteme“.
Siehe des weiteren auch Blitzschutz-Merkblatt von BSW-Solar und ZVEH unter: www.solarfoerderung.de → Downloads → Merkblätter

dem PV-Anlageninstallateur deutlich machen, wie die PV-Anlage vor Blitzeinwirkung zu schützen ist. Außerdem sollte die Blitzschutzfachkraft die Maßnahmen für den inneren Blitzschutz aufzeigen und festlegen.

2.4 Inbetriebnahmeprüfung

Vor der erstmaligen Inbetriebnahme einer PV-Anlage und auch nach deren Änderung, Instandsetzung oder Erweiterung, muss der Errichter durch Prüfen nach DIN VDE 0100-600: 2008-06 „Errichten von Niederspannungsanlagen, Teil 6 Prüfungen“ und DIN EN 62446 (VDE 0126-23) „Netzgekoppelte Photovoltaik-Systeme – Mindestanforderungen an Systemdokumentation, Inbetriebnahmeprüfung und wiederkehrende Prüfungen“ nachweisen, dass die Festlegungen hinsichtlich des Schutzes von Personen, Nutztieren und Sachen erfüllt sind. Die Prüfungen sind mit geeigneten Mitteln durchzuführen. Dabei dürfen keine Unfall, Brand- oder Explosionsgefahren entstehen. Außerdem hat der Betreiber/Unternehmer nach BGV A3 § 5 dafür zu sorgen, dass die elektrischen Anlagen und Betriebsmittel auf ihren ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden. Betreiber und Errichter sind hier gleichermaßen in der Pflicht.

Die elektrische Sicherheit wird gewährleistet durch den Prüf-Grundsatz:

»» Besichtigen, Erproben und Messen

Besichtigen ist das bewusste Ansehen der Anlage, um den ordnungsgemäßen Zustand feststellen zu können. Es stellt den wichtigsten Teil der Prüfung dar. Erfahrungsgemäß werden 70 bis 80 Prozent aller Fehler durch das Besichtigen gefunden.

Erproben ist das Prüfen der Wirksamkeit der Schutz- und Meldeeinrichtungen, z. B. durch Drücken von Prüftasten, Ausprobieren der Schalteinrichtungen (z. B. Freischalter).

Messen ist das Feststellen von Werten mit geeigneten Messgeräten, die für die Beurteilung der Wirksamkeit einer Schutzmaßnahme erforderlich und durch Besichtigen und/oder Erproben nicht feststellbar sind. Messwerte sollten dokumentiert, interpretiert und archiviert werden.

Die Abschnitte (Besichtigen, Erproben, Messen) sind zeitlich nicht trennbar von der Installation, sondern fließen ineinander und sind zum jeweils geeigneten Zeitpunkt durchzuführen. Die Prüfung begleitet die Errichtung vom Anfang bis zur endgültigen Inbetriebnahme. Das bedeutet, dass es nicht möglich ist, die korrekte Installation und den sicheren Betrieb einer PV-Anlage nur durch Messung nachzuweisen: Ist die Installation auf mehrere Betriebe verteilt, so muss jeder von ihnen für die entsprechende Montageleistung eines elektrischen Anlageteils die korrekte und sichere Installation nach obigem Prüf-Grundsatz nachweisen.

HINWEIS

Die Inbetriebnahme der Gesamtanlage und der Anschluss an das öffentliche Stromnetz darf nur durch eine konzessionierte Elektrofachkraft erfolgen (NAV – Niederspannungsanschlussverordnung). Die Gesamtverantwortung über die elektrische Sicherheit der PV-Anlage hat der Inbetriebnehmer.

Für den Nachweis sind prinzipiell nur Elektrofachkräfte wie z. B. Gesellen, Meister, Elektrotechniker und Elektroingenieure geeignet, die aufgrund ihrer Erfahrung mit PV-Anlagen in der Lage sind, Fehlerzustände zu erkennen.

2.5 Anlagenübergabe, Einweisung , Kennzeichnung und Dokumentation

Nach § 633 BGB, § 12 VOB/B ist der Fachbetrieb, der eine PV-Anlage installiert dazu verpflichtet, diese fehlerfrei zu übergeben. Laut Produkthaftungsgesetz muss er den Betreiber der Anlage mündlich in den Betrieb einweisen und ihm eine ausführliche schriftliche Anlagendokumentation übergeben. Die Betreiber-Unterweisung ist zu dokumentieren, d.h. der Betreiber muss gegenüber dem Errichter schriftlich erklären, dass eine Unterweisung und mit welchem Inhalt diese stattgefunden hat.

Die Kennzeichnung einer PV-Anlage muss nach DIN EN 62446 (VDE 0126-23) Kap. 5.3.5 mindestens folgendes beinhalten:

a) dass alle Stromkreise, Schutzeinrichtungen, Schalter und Anschlussklemmen geeignete Aufschriften besitzen
b) dass alle Gleichstrom-Anschlusskästen (PV-Teilgeneratoranschlusskasten- und PV-Generatoranschlusskasten) einen Warnhinweis enthalten, dass die im Anschlusskasten befindlichen aktiven Teile von einem PV-Generator gespeist werden und nach der Abschaltung vom PV-Wechselrichter und von der öffentlichen Versorgung noch spannungsführend sein können
c) dass der Wechselstrom-Haupttrennschalter eindeutig beschriftet ist
d) dass am Punkt der Zusammenschaltung Warnhinweise für die Doppelversorgung vorhanden sind
e) dass vor Ort ein Prinzipstromlaufplan angebracht ist
f) dass vor Ort die Schutzeinstellungen des Wechselrichters und Einzelheiten der Installation angegeben sind
g) dass vor Ort die Verfahren für die Notabschaltungen angegeben sind
h) dass alle Aufschriften und Kennzeichnungen dauerhaft und geeignet befestigt und dauerhaft sind

Zusätzlich empfohlene Kennzeichnungen für Feuerwehren siehe Kapitel 3.3, Seite 17

HINWEIS

Zur Systematisierung und Arbeitshilfe von Planung, Dokumentation und Kennzeichnung einer PV-Anlage ist der Photovoltaik-Anlagenpass des BSW-Solar / ZVEH zu empfehlen (www.pvap.de).

Die Mindestanforderungen zur Systemdokumentation sind in DIN EN 62446 (VDE 0126-23) Kap. 4 erläutert, und beinhalten z. B. grundlegende Systemangaben, Angaben zum Systementwickler/Systeminstallateure, Stromlaufplan, Datenblätter, Angaben über die mechanische Konstruktion sowie Hinweise zu Betriebs- und Wartungsarbeiten.

2.6 Instandhaltung

Die fachgerechte Instandhaltung einer PV-Anlage durch eine Elektrofachkraft nach DIN 31051 beinhaltet:

- Inspektion
- Wartung
- Instandsetzung

Nachdem eine PV-Anlage während ihrer langen Betriebszeit vielen Umwelteinflüssen (z. B. Sturm, Schneelast, UV-Strahlung, Ozon) unterliegt, kann sie prinzipiell nicht als wartungsfrei betrachtet werden. Die inzwischen langjährigen Betriebserfahrungen von PV-Anlagen aus den 80er und 90er Jahren (z. B. „1000-Dächer-Programm“) zeigen allerdings, dass gut geplante und installierte Anlagen robust und wartungsarm sind.

Um die elektrische Sicherheit und Verfügbarkeit der Anlage über lange Jahre zu gewährleisten, ist eine regelmäßige Instandhaltung notwendig (siehe Kap. 2.7). Dazu ist eine Instandhaltungsplanung sinnvoll. Der Fachinstallateur sollte daher spätestens bei der Einweisung des Betreibers oder Gebäudebesitzers den Instandhaltungsbedarf der spezifischen PV-Anlage skizzieren und mögliche Termine für Wiederholungsprüfungen vorschlagen. Nach besonderen Ereignissen wie z. B. einem Sturm oder besonders schneereichen Wintern sind außerplanmäßige Überprüfungen zu empfehlen. Auch ist es notwendig, bei auffällig schlechten Erträgen eine Überprüfung durchzuführen (siehe auch Wartungs- und Instandhaltungscheckliste im Anhang).

2.7 Verantwortung des Betreibers

Der sichere Betrieb und die Instandhaltung von elektrischen Anlagen wird durch die DIN VDE 0105-100 Oktober 2009 „Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegung“ und BGV A3 geregelt.

Bei gewerblich genutzten PV-Anlagen ist der Betreiber nach BGV A3 § 5 verpflichtet, eine Wiederholungsprüfung in regelmäßigen Abständen durchführen zu lassen.

Die fachgerechte Wartung, Kontrolle, Analyse und Instandhaltung des elektrischen Anlagenteils darf nur durch eine Elektrofachkraft erfolgen. Von dieser sind die Sicherheitsbestimmungen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen und Arbeiten auf dem Dach einzuhalten.

Dennoch kann der Betreiber auch selbst einiges tun, damit seine PV-Anlage über viele Jahre weitgehend sicher und zufrieden stellend betrieben werden kann. Nach der Anlagenübergabe und Einweisung des Errichters sollte er über Tätigkeiten informiert sein, die auch ein elektrotechnischer Laie durchführen kann.

Hier können beispielsweise genannt werden:

- regelmäßige Sichtkontrollen, siehe „Wartungs- und Instandhaltungscheckliste“ im Anhang
- ereignisabhängige Sichtkontrollen
- das äußere Sauberhalten von Wechselrichter- und Stromverteilungsanlagen

Die regelmäßige Sichtkontrolle in einem festgelegten Turnus, könnte beispielsweise dazu dienen, Warnmeldungen des/der Wechselrichter oder der Datenüberwachungssysteme zu bemerken.

Ereignisabhängige Sichtkontrollen könnten nach Sturm, Überschwemmung oder Blitzeinwirkung erfolgen. Und das Sauberhalten verhindert beispielsweise die Brandweiterleitung, wenn eine elektrische Sicherheitseinrichtung versagt.

Durch die Kontrollmöglichkeiten des Betreibers steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Fehlerzustände bereits in einer frühen Phase erkannt werden. Eine Fachkraft kann dann im Anschluss daran für die schnelle Beseitigung sorgen.

3. Grundsätze der brandschutzgerechten Planung und Errichtung

3.1 Allgemeiner Hinweis und Begriffserläuterung

Grundsätzlich ist bei der Errichtung von PV-Anlagen das Brandschutzkonzept des jeweiligen Gebäudes zu berücksichtigen. Der Abgleich zwischen der PV-Anlage und dem Gebäude ist aus brandschutztechnischer Sicht notwendig. Dies sorgt für einen gefahrlosen Betrieb einer PV-Anlage.

Das Grundprinzip eines Brandschutzkonzeptes bzw. die grundsätzliche Idee eines brandschutztechnischen Abgleichs besteht darin:

- Brandentstehung vorzubeugen
- die Brandweiterleitung innerhalb des Gebäudes und zu Nachbargebäuden vorzubeugen (baulicher Brandschutz),
- die Rettung von Mensch und Tier im Brandfall zu ermöglichen (Personenschutz) sowie
- einen Löschangriff zu ermöglichen (abwehrender Brandschutz).

Wichtige Regelwerke stellen dabei die Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR), die Landesbauordnungen (LBO) und die Muster-Industriebau-Richtlinie (MIndBauRL) dar.

HINWEIS

Die Einbindung der PV-Anlage in das Brandschutzkonzept sollte im Gebäude-Neubau von vornherein erfolgen.

3.2 Baulicher Brandschutz

Je nach Gebäudeklasse bei Standardbauten und Sonderbauten ergeben sich unterschiedliche baurechtliche Anforderungen an die Ausführung einer PV-Anlage. Diese sind in den Landesbauordnungen (LBO) festgelegt, bzw. lassen sich daraus ableiten; ausdrückliche Anforderungen an PV-Anlagen sind nicht aufgeführt. Eine Übersicht von Gebäudeklassen und Merkmalen von Sonderbauten findet sich im Anhang.

Grundsätzlich gilt, dass die Funktion von Brandwänden und Gebäudetrennwänden – sofern vorhanden – nicht gemindert werden darf. Von Brandwänden und Gebäudetrennwänden ist ein ausreichender Abstand einzuhalten. Der Abstand von PV-Anlagen wird in den Landesbauordnungen nicht direkt geregelt. Das heißt aber:

- Brandwände und Gebäudetrennwände dürfen nicht durch PV-Module oder andere Bauelemente, die brennbar sind, überbaut werden.
- Sofern dachparallel installierte PV-Module die Anforderungen der harten Bedachung erfüllen und die Unterkonstruktion aus nicht brennbaren Materialien besteht, wird ein Abstand von 0,50 Metern zwischen Modul

und Brandwand empfohlen; sofern die Brandwand nicht 30 cm über die Oberkante der installierten PV-Anlage hinausgeführt ist (analog § 30 [5] MBO).
- Werden die PV-Module auf einem Flachdach aufgeständert installiert oder können die Anforderungen der harten Bedachung nicht erfüllen, wird empfohlen diese als Dachaufbauten gemäß § 35 MBO „Dächer“ zu betrachten. Es wird ein Abstand von 1,25 Metern zwischen PV-Modul und Mitte der Brandwand empfohlen.
- Dachintegrierte Anlagen, die den Anforderungen der harten Bedachung entsprechen, können bis an die Auskragung der Brandwand heran gebaut werden.
- Kabeldurchführungen durch feuerwiderstandsfähige Wände sind nach MLAR zu schotten

Bei Unterschreitung der empfohlenen Abstände ist eine gesonderte brandschutztechnische Bewertung erforderlich, das die Begrenzung der Gefahren der Brandweiterleitung belegt.

»» Wichtige Begriffe im Zusammenhang mit der Vermeidung der Brandweiterleitung

Harte Bedachung: Grundsätzlich müssen Bedachungen gegen eine Brandbeanspruchung von außen durch Flugfeuer und strahlende Wärme ausreichend lang widerstandsfähig sein (harte Bedachung nach DIN 4102 oder DIN EN 13501-5). Ausnahmen hiervon ergeben sich aus den Landesbauordnungen in Abhängigkeit von der Gebäudeklasse und -abständen zur Grundstücksgrenze bzw. zu anderen Gebäuden, z. B. § 32 MBO „Dächer“.

Brandabschnitt: „Ein Brandabschnitt ist ein Bereich, der im Brandfall bestimmungsgemäß ausbrennen könnte. Er darf keinen Feuerüberschlag auf andere Brandabschnitte zulassen. Bei ausgedehnten Gebäuden mit inneren Brandwänden wird der Teil durch die inneren Brandwände (und ggf. Außenwände) begrenzt. Bei nicht ausgedehnten Gebäuden ohne innere Brandwände ist dies das Gebäude selbst (Begrenzung durch Außenwände und Gebäudeabstände).

Brandwand: Eine Brandwand (z. B. Gebäudetrennwand oder Gebäudeabschlusswand) – umgangssprachlich auch Brandschutzwand, Brandmauer oder Feuermauer, genannt - trennt und grenzt Brandabschnitte ab. Diese dienen zur Unterteilung von Gebäuden, um die Ausbreitung eines Brandes auf andere Gebäude oder Brandabschnitte ausreichend lange zu begrenzen. Sie sind 0,30 m über die Bedachung zu führen oder in Höhe der Dachhaut mit einer beiderseits 0,50 m auskragenden feuerbeständigen Platte aus nichtbrennbaren Baustoffen abzuschließen; darüber oder dadurch dürfen brennbare Teile des Daches nicht hinweg geführt werden.

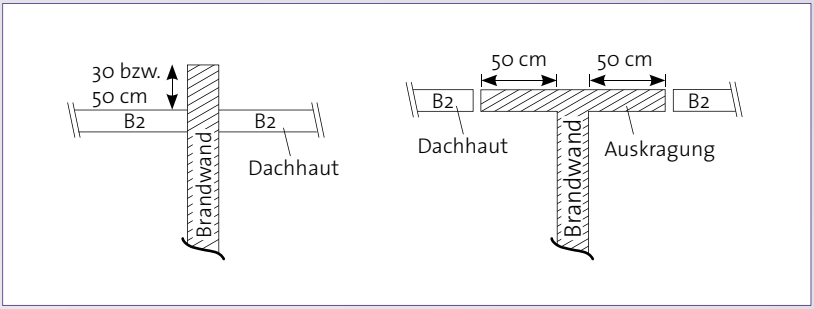


Abb. 2: Beispiele für die Ausbildung von Brandwänden im Dachbereich. Durch Brandwände soll die Weiterleitung eines Brandes auf den nächsten Brandabschnitt verhindert werden. (links: mindestens 30 cm über Dach geführte Brandwand, rechts: mit Auskragung ausgeführte Brandwand. Insbesondere bei größeren Dachflächen bzw. Dachflächen über Grundstücksgrenzen ist zu prüfen, wo sich Brandwände befinden. Freistehende Einfamilienhäuser verfügen über keine Brandwände.

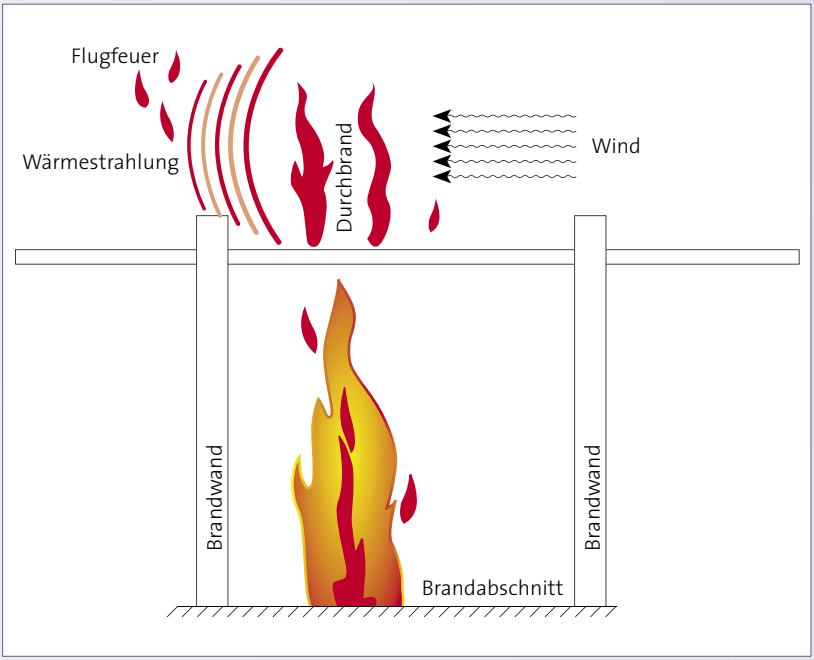


Abb. 3: Mechanismen der Brandweiterleitung auf der Dachoberseite: Das Nachbardach kann, ausgehend vom Durchbrand, durch Windeinwirkungen, Flugfeuer und durch Strahlung beeinträchtigt werden. Brandwände sollen dies verhindern.

3.3 Personenschutz von Einsatzkräften

Von unbeschädigten PV-Anlagen geht keine Gefahr aus. Im Brandfall kann Personensicherheit durch das Befolgen elektrotechnischer Grundsätze wie MLAR und der jeweiligen Landesbauordnungen gewährleistet werden. Es gilt, Gefahren für die Einsatzkräfte im Brandfall so gering wie möglich zu halten und den abwehrenden Brandschutz zu optimieren.

Generell dürfen durch die Installation von PV-Anlagen keine gefährlichen berührbaren DC-Spannungen im Brandfall im Gebäude auftreten, so dass die Personenrettung und Brandbekämpfung im Gebäudeinneren sicher durchgeführt werden kann. Dieses Schutzziel kann umgesetzt werden durch:

- organisatorische Maßnahmen wie
  - Kennzeichnung der PV-Anlage am Hausanschlusskasten und Gebäudehauptverteilung, durch ein Hinweisschild (siehe Abb. 4)
  - Übersichtspläne für Einsatzkräfte (siehe Anhang, Kap. 5.2)
  - Ergänzung bestehender Feuerwehrpläne
- bauliche Maßnahmen wie
  - feuerwiderstandsfähige Verlegung von DC-Leitungen oder
  - Verlegung von DC-Leitungen außerhalb des Gebäudes oder
  - Montage der Wechselrichter im Außenbereich oder direkt am Gebäudeeintritt, damit im Gebäude nur Wechselstromleitungen verlegt werden müssen
- technische Maßnahmen wie
  - fernauslösbare DC-Freischalter für die Feuerwehr auf Stringebene im Bereich der Gebäudehauptsicherung

HINWEIS

- Der – meistens in Wechselrichternähe befindliche oder im Wechselrichter integrierte – DC-Lasttrennschalter (gemäß DIN VDE 0100-712) muss vor Öffnung eines im String oder einer Hauptverteilung befindlichen DC-Freischalters geöffnet werden. Ansonsten besteht die Gefahr eines Entladestromstoß durch Eingangskondensatoren der Wechselrichter.

- Untersuchungen haben gezeigt, dass betriebssichere modulintegrierte DC-Freischalter momentan noch nicht verfügbar sind. Im Wesentlichen kann das Langzeitverhalten und das Verhalten im Brandfall noch nicht beschrieben werden. Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass die Inbetriebnahmemessung gemäß DIN EN 62446 (VDE 0126-23) nicht verhindert werden dürfen.

Kennzeichnung der PV-Anlage
Die deutliche Kennzeichnung am Hausanschlusskasten und der Gebäudehauptverteilung ermöglicht es den Feuerwehr-Einsatzkräften schnell zu erkennen, dass sich eine PV-Anlage am Objekt befindet. Insbesondere Aufdachanlagen sind oftmals nicht gleich sichtbar. Darüber hinaus hilft ihnen ein „Übersichtsplan für Einsatzkräfte“ (Beispiel siehe Anhang), die Lage spannungsführender Komponenten im Objekt zu erfassen. Der Übersichtsplan sollte gemeinsam mit dem Anlagenplan für Elektrofachkräfte in einem wettergeschützten Bereich im Hausanschlusskasten aufbewahrt werden.

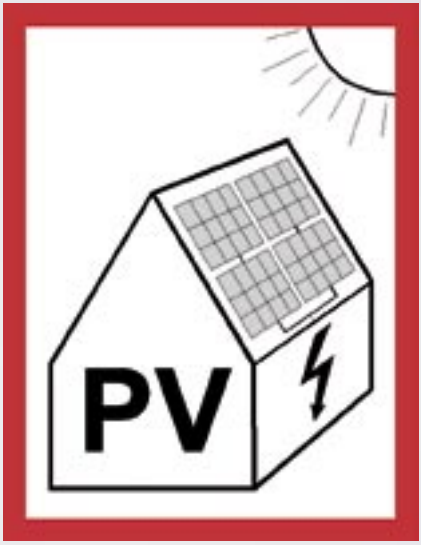


Abb. 4: Hinweisschild – Die farbliche Gestaltung des Schildes ist mit den Feuerwehren (Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren – AGBF Bund) abgestimmt. Es sollte nicht kleiner als DIN A6 für den Hausanschlusskasten sein. Das Schild kann bei Energieversorgern, Versicherern und dem BSW-Solar bezogen werden.

3.4 Abwehrender Brandschutz

Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung bei Bränden mit PV-Anlagen sind möglich, wenn die Einsatzkräfte die üblichen Einsatzgrundsätze und die Regeln für Einsätze an elektrischen Anlagen beachten.

Die Brandbekämpfung an PV-Anlagen basiert auf der gleichen Grundlage wie die Brandbekämpfung bei anderen elektrischen Anlagen im Niederspannungsbereich (DIN VDE 0132). Allerdings müssen die Einsatzkräfte Informationen über das Vorhandensein einer PV-Anlage und die Lage der Komponenten haben; dies ist entscheidend für deren Einsatztaktik im Brandfall. Mit Hilfe

von Anlagen-Informationen ist es möglich, Feuerwehrleuten grundlegende Hinweise zur konkreten PV-Anlage bereitzustellen (siehe Hinweisschild und Übersichtsplan für Einsatzkräfte).

HINWEIS

Was Sie als Errichter für die Feuerwehr-Einsatzkräfte tun können

Signalisieren Sie Ihre Bereitschaft für die Zusammenarbeit mit der Feuerwehr, z. B. indem Sie ihre Notrufnummer an der Anlage auf dem Übersichtsplan für Einsatzkräfte hinterlassen.

Der Zugang zum Dachstuhl ist wichtig. Er muss den Vorgaben der jeweiligen LBO entsprechen und verkehrssicher gewährleistet sein.

4. Brandschutzgerechte Installation von PV-Anlagen

4.1 Realisierung des baulichen Brandschutzes

Baulicher Brandschutz wird durch die Einhaltung von baurechtlichen Regelungen und die Wahl von Art und Installationsort der einzelnen Komponenten gewährleistet.

Allgemein müssen Solaranlagen die Mindestanforderung an Baustoffe „normalentflammbar“ (Baustoffklasse B2 nach DIN 4102 oder mindestens E s3 d2 nach DIN EN 13501) erfüllen. Soweit sie in oder an der Gebäudehülle angeordnet werden, ergeben sich höhere Anforderungen für folgende Verwendungen:

- Oberflächen von Außenwänden sowie Außenwandbekleidungen für Gebäude der Gebäudeklassen 4 und 5 und ggf. Sonderbauten nach Landesbauordnungen.
- Bauteile mit brennbaren Baustoffen dürfen über Brandwände nicht hinweg oder durchgeführt werden, § 30, Abs. 5 und 7 MBO

Weitere Regelungen ergeben sich aus den Sonderbauvorschriften zu den Landesbauordnungen, wie z. B. der Muster-Hochhaus-Richtlinie, Industriebaurichtlinie.

Der erforderliche Verwendbarkeitsnachweis zum Nachweis des Brandverhaltens ergibt sich aus den Regelungen der Landesbauordnungen, vgl. z. B. §§ 17-25 MBO.

Bei den Anlagenteilen gilt es folgendes zu beachten:

Module und Unterkonstruktion
Im Falle der Gebäudeintegration müssen die PV-Module als System die Anforderungen der harten Bedachung erfüllen. Der Nachweis durch Hersteller und Systemanbieter, dass die Module gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähig sind, muss vorliegen.

Brandwände und Gebäudetrennwände dürfen nicht überbaut werden. Das statische Verhalten der Module, beispielsweise die Durchbiegung der Laminate unter Schneelasten, ist bei der Wahl und Bemessung der Unterkonstruktion zu berücksichtigen; Teil des statischen Nachweises. Entsprechende Abstände zu Modulrückseitenfolie, Dosen, Kabel sind einzuhalten. Das Material der Unterkonstruktion ist mit dem Brandschutzkonzept des Gebäudes abzugleichen.

Leitungen
Das Grundrisiko aller Leitungsanlagen besteht im so genannten Zündschnureffekt. Unabhängig davon, ob es sich um PV-Anlagen oder andere Installationen handelt, bestehen folgende Risiken bei Elektro-Leitungsanlagen: Brandentstehung durch elektrischen Strom, brennbare Leitungen stellen eine Brandlast dar

und Brandübertragung durch thermische Wärmeleitung, auch bei nichtbrennbaren Leitungen. Daher gilt: raumabschließende Bauteile, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, dürfen nicht durch brennbare Bauteile überbaut werden und Leitungen dürfen nur durch sie hindurchgeführt werden, wenn eine Brandausbreitung ausreichend lang nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen sind; Ausnahmen siehe § 40 (1) MBO.

Das Abschottungsprinzip haustechnischer Leitungsanlagen bezieht sich auf den Funktionserhalt der elektrischen Leitung und der Sicherung der Rettungswege. Die Umsetzungsmöglichkeiten sind in der MLAR beschrieben und in der DIN 4102 festgelegt.

Wechselrichter und GAK
Für die Wahl des Installationsortes des Wechselrichters bzw. der GAK ist entscheidend, dass die vom Hersteller geforderten Umgebungsbedingungen (im Wesentlichen Feuchte und Temperaturbereich) eingehalten werden. Der ideale Installationsort von Wechselrichtern ist innen kühl, trocken und staubfrei. Außen errichtete Wechselrichter sind wettergeschützt zu errichten.

Die Installation in Treppenhäusern und Eingangsbereichen von Einfamilienhäusern ist zu vermeiden. In Treppenräumen (nach MBO) ist die Installation nicht möglich bzw. brandschutztechnisch abzutrennen.

Lüftungsschlitze und Kühlkörper müssen frei sein, damit eine optimale Kühlung sichergestellt ist. Aus dem gleichen Grund sollten die Geräte möglichst nicht dicht übereinander montiert werden.

Wechselrichter dürfen nicht direkt an Holzwänden oder anderen brennbaren Materialien befestigt werden. Ein Metallblech als Abschirmung zwischen Wechselrichter und Holzwand ist untauglich, da das Blech die Abwärme des Wechselrichters leitet, den Luftaustausch zum Holz einschränkt und es in Folge zu einer Selbstentzündung kommen kann. Es empfiehlt sich die Verwendung einer Platte (Dicke: 15 mm) der Baustoffart A1, z. B. eine Calciumsilikat-Platte, mit einem umlaufenden Überstand von 10 cm.

Leichtentzündliche Stoffe sollten sich nicht in Nähe des Installationsortes befinden. Die Geräte sind vor aggressiven Dämpfen, Wasserdampf und feinen Stäuben zu schützen. So können z. B. in Scheunen oder Ställen Ammoniakdämpfe entstehen, die Schäden am Wechselrichter hervorrufen können.

Wechselrichter sollten oberhalb einer möglichen Hochwasserlinie (VDI 6004-1), in einem separaten Raum installiert werden.

Bei der Wahl des Installationsortes ist es wichtig, auch die Geräuschentwicklung des Wechselrichters zu beachten.

4.2 Realisierung des Schutzzieles – Personenschutz für Einsatzkräfte

Feuerwehrleute müssen häufig das brennende Gebäude betreten, um Löscharbeiten durchzuführen und Personen zu retten. Zu ihrem Schutz in der oft stark verrauchten, sichtarmen Umgebung sind verschiedene Maßnahmen zu treffen.

Wichtig ist eine sichere Verlegung von nicht abschaltbaren DC-Leitungen im Gebäude. Diese kann z. B. erreicht werden durch

- Unterputzverlegung nach MLAR 2005, oder
- Ummantelung mit Brandschutzverkleidungen oder
- Verlegung in Brandschutzkanälen und -schächten nach EN 1366 oder, DIN 4102
- Kabel mit Funktionserhalt

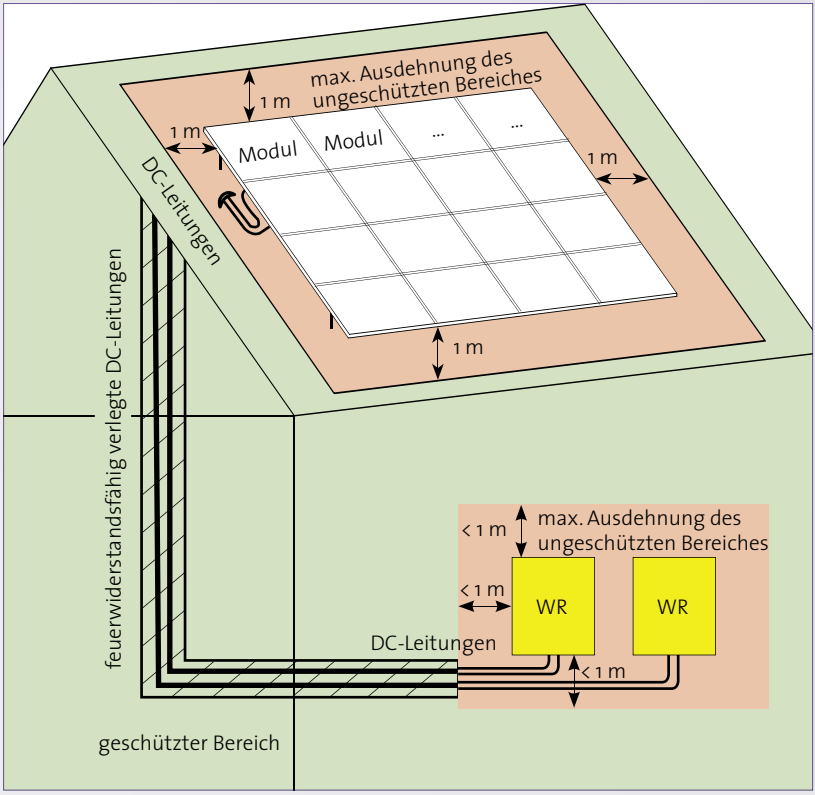


Abb. 5: Im Falle eines Isolationsschadens (z. B. im Brandfall) können definierte Bereiche der PV-Anlage berührbare Spannungen führen. Diese definierten Bereiche sind im Abstand vom maximal 1 m um den Wechselrichter zu realisieren. Darüber hinaus führende DC-Leitungen sollten entsprechend feuerwiderstandsfähig verlegt sein („geschützter Bereich").

Der Feuerwiderstand richtig sich nach der jeweils gültigen Landesbauordnung. Gibt es keine durch die Landesbauordnung geforderte Feuerwiderstandsklasse, muss die PV-Leitungsanlage mindestens feuerhemmend geschützt und als PV-Leitungsanlage mit Feuerwiderstand gekennzeichnet sein.

HINWEIS

Rettungswege dienen für Mensch und Tier in erster Linie zur Flucht und zur Rettung durch Rettungskräfte. Außerdem sind Sie Angriffswege für Feuerwehr-Einsatzkräfte.
Handelt es sich beim Rettungsweg um einen Flur, so ist die feuerwiderstandsfähige Verlegung der DC-Leitungen in F 30 auszuführen. Handelt es sich beim Rettungsweg um einen Treppenraum, so ist die feuerwiderstandsfähige Verlegung der DC-Leitungen in F 90 auszuführen; ggf. ist eine Einzelfallprüfung notwendig.

DC-Leitungen ab einer Länge von 1 m im Gebäude, die nicht freischaltbar sind, sollten möglichst feuerwiderstandsfähig oder außerhalb des Gebäudes verlegt werden. Direkt am PV-Generator und unmittelbar am WR-Eingang kann oftmals keine feuerwiderstandfähige Verlegung realisiert werden. Diese beiden ungeschützten Bereiche (siehe Abb. 5) sollten eine maximale Ausdehnung von 1 m um den Generator bzw. den Wechselrichter nicht überschreiten.

Bei der Verlegung in vorhandenen Schächten sind diese zu kennzeichnen. Achtung: Ein nicht mehr genutzter Kamin wird baurechtlich zu einem Installationsschacht. Die jeweilige LBO und die MLAR ist zu beachten. Die Installation von Komponenten in Eingangsbereichen und Treppenaufgängen in Ein- und Zweifamilienhäusern ist zu vermeiden. In Treppenräumen nach MBO ist die Installation unzulässig.

Bei der **Verlegung von DC-Leitungen außerhalb des Gebäudes** ist u.a. darauf zu achten, dass ...

- die DC-Leitung für Einsatzkräfte erkennbar ist (z. B. Übersichtsplan für Einsatzkräfte),
- im Betrieb keine Beschädigung der Isolation zu erwarten ist,
- die DC-Leitung außerhalb oder geschottet zu den Rettungswegen und der Zugänge der Einsatzkräfte verlegt ist,
- die DC-Leitung außerhalb von ggfs. auf dem Dach sich bildenden Wasserlachen verlegt ist.

Die **Montage der Wechselrichter im Außenbereich oder direkt am Gebäudeeintritt** ...

- muss außerhalb der Rettungswege und Zugänge der Einsatzkräfte erfolgen,
- sollte wettergeschützt errichtet werden,
- entsprechend der Eignung des Wechselrichter für den Installationsort (IP Schutzart beachten).

DC-Freischalter (im String/Hauptleitung) sollten am Gebäudeeintritt auf dem Dach installiert werden, wenn mehr als 1 m nicht feuerwiderstandsfähige Verlegung von DC-Leitungen im Gebäude (sowohl am Eintritt ins Gebäude als auch am Wechselrichter-Anschluss) erfolgen muss.

Wenn DC-Leitungen außerhalb des Gebäudes über Brandabschnitte geführt werden, kann ein Schalter sinnvoll sein. Ebenso, wenn bei großen Anlagen einzelne Bereiche freischaltbar sein sollen. Dabei gibt es folgende Mindestanforderungen an die DC-Freischalteinrichtung:

- Langzeitzuverlässigkeit bei entsprechenden Witterungseinflüssen
- Auslöser am Hausanschluss / oder BMZ (Brandmeldezentrale)
- Fail Safe Verhalten (z. B. automatisch stromlos „Aus“)
- Schaltzustand am Schalter und Auslöser erkennbar
- Schaltzustand für Betreiber und Einsatzkräfte erkennbar
- Kennzeichnung des Schalters
- Manipulationssichere Befestigung
- Sicherung gegen Wiedereinschalten (z. B. ausschließlich manuelle Wiederinbetriebnahme durch Elektro-Fachkraft)
- Kennzeichnung der abgeschalteten Bereiche
- Gleichzeitige Schaltung des in Wechselrichternähe befindliche oder im Wechselrichter integrierten DC-Lasttrennschalters (gemäß DIN VDE 0100-712) notwendig; sonst Gefahr von Entladestromstoß aus den Eingangskondensatoren der WR möglich.

Diese Aufzählung ist beispielhaft und hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

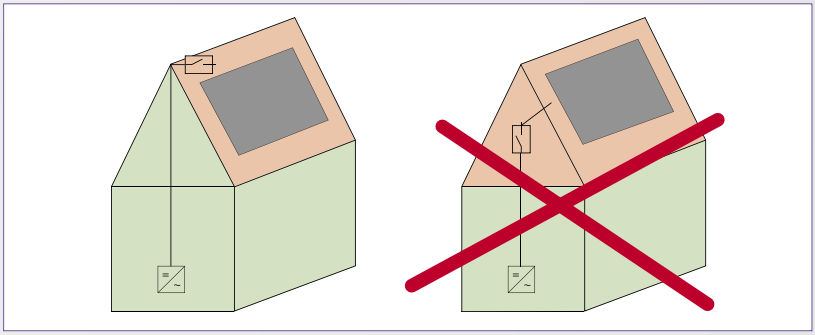
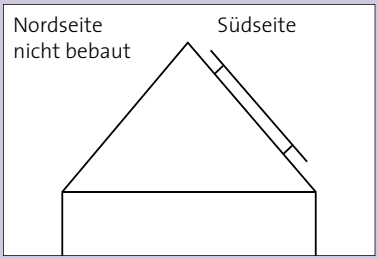


Abb. 6: Bei Isolationsschäden gefährdeter (roter) und sicherer (grüner) Bereich einer PV-Anlage auf DC-Ebene. DC-Freischalter sind sinnvollerweise am Gebäudeeintritt auf dem Dach anzuordnen.

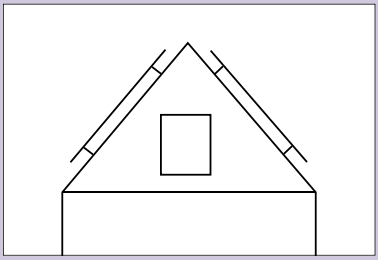
4.3 Voraussetzungen für den abwehrenden Brandschutz an PV-Anlagen

Abwehrender Brandschutz umfasst alle Maßnahmen, die Feuerwehren unternehmen, wenn ein Haus (mit einer installierten PV-Anlage) in Brand geraten ist. Legte man lange Zeit das Hauptaugenmerk darauf, den Brand „einfach" zu löschen, so rückt heute auch die Verringerung von Begleitschäden in den Fokus. Denn diese betragen oft ein Vielfaches des Primärschadens.

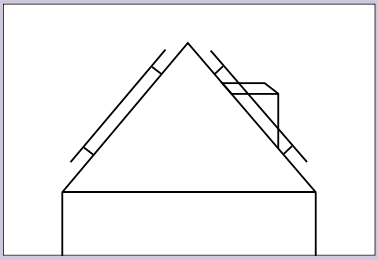
Empfehlung zur Berücksichtigung des abwehrenden Brandschutzes
Für einen möglichen Innenangriff der Feuerwehr sollte der Zugang zu den



Zugangsmöglichkeit zum Dachstuhl über die Nordseite.

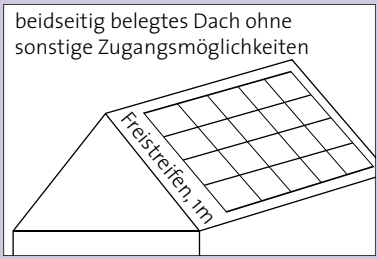


Zugangsmöglichkeit zum Dachstuhl über giebelseitiges Fenster („notwendiges Fenster") bei beidseitig belegten Dachhälften oder Flachdächern.

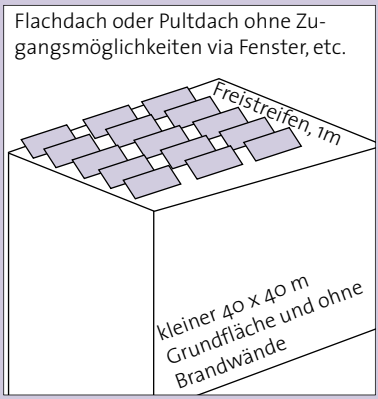


Zugangsmöglichkeit zum Dachstuhl bei beidseitig belegten Dachhälften über Gaube („notwendiges Fenster").

direkt unter der PV-Anlage befindlichen Räumen in der Form ermöglicht werden, dass Feuerwehr-Einsatzkräfte die Sicherheitsabstände gemäß DIN VDE 0132 im Brandfall einhalten können. Bei Satteldächern kann dies z. B. bereits über die Nordseite möglich sein. Bei Pultdächern und bei beidseitig belegten Dächern lässt sich der Zugang zum Dachgeschoss durch entsprechende Freistreifen realisieren, sofern er nicht schon über ein „notwendiges Fenster" (lichte Breite 90 cm, lichte Höhe 120 cm gemäß MBO, siehe auch Urteil des OVG Münster – Az. 10 A 1075/08 zu § 40 BauO NRW) giebelseitig oder als Gaube möglich ist.

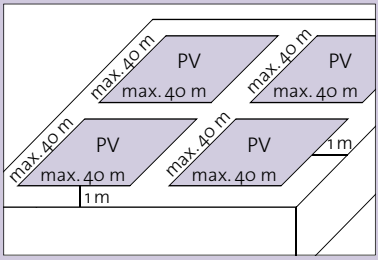


Zugangsmöglichkeit zum Dachstuhl bei beidseitig belegten Dachhälften über Freistreifen schaffen



Zugangsmöglichkeit zum Dachstuhl bei kleineren Flachdächern ohne andere Zugangsmöglichkeiten über Freistreifen an der längeren Seite schaffen.

Bis 20 m Teil-Anlagenbreite wird ein Freistreifen empfohlen.



Bei großen Flachdächern sollte für jeden Brandabschnitt (in der Regel 40 x 40 m) umlaufend um die Generatoren eine Zugangsmöglichkeit gegeben sein. Laufwegbreiten sollten 1 m nicht unterschreiten

Abb. 7: Zugangsmöglichkeiten

Bei großen PV-Anlagen sollte für jeden Brandabschnitt (in der Regel 40 x 40 m) umlaufend eine Schneise vorhanden sein, damit beim Löschen ein Mindest-Sicherheitsabstand von 1 m zur PV-Anlage (VDE 0132) eingehalten werden kann. Bei Sonderbauten und Sonderdachformen (wie z. B. Sheddach) ist ein Brandschutzsachverständiger hinzu zuziehen.

HINWEIS

Die Abstände zu Brandwänden und Gebäudetrennwänden sind einzuhalten.

4.4 Zusätzliche Hinweise für besondere Gebäudetypen

Zusätzlich zu den genannten Anforderungen sind je nach Gebäudetyp in punkto vorbeugendem Brandschutz folgende spezifische Merkmale zu beachten:

Freistehende Ein- bis Zweifamilienhäuser
Bei freistehenden Ein- und Zweifamilienhäusern besteht das Brandschutzkonzept nur in Form von feuerwiderstandsfähigen Bauteilen. Dieses betrifft die tragenden Bauteile und die grenzständigen Wände, die Anforderung an die äußere Dachhaut (harte Bedachung) sowie die Feuerwiderstandsdauer der Kellerdecke. Die Anlagenbauteile sind feuerhemmend auszuführen. Neben diesen feuerwiderstandsfähigen Bauteilen sind durch die PV-Anlage bzw. deren Ausführung keine weiteren Anforderungen zu berücksichtigen.

Gebäude in Reihenbebauung
Neben den allgemeinen Anforderungen, wie bei den Einfamilienhäusern, besteht gemäß LBO die Anforderung an die Verhinderung der Brandweiterleitung über die Gebäudetrennwand (30 min) oder Brandwand (90 min).

Mehrgeschossige Gebäude (bis 22 m oberste genutzte Geschossebene)
Neben den allgemeinen Anforderungen, wie bei den Einfamilienhäusern, besteht gemäß LBO die Anforderung an die Verhinderung der Brandweiterleitung über die Gebäudetrennwand oder Brandwand. Die Installation von Komponenten in Eingangsbereichen und notwendigen Treppenräumen ist in Mehrfamilienhäusern (und auch in Sonderbauten) unzulässig.

Landwirtschaftliche Gebäude
Neben den allgemeinen Anforderungen (siehe Einfamilienhäuser) besteht gemäß LBO die Anforderung an die Verhinderung der Brandweiterleitung über die Gebäudetrennwand oder Brandwand.

HINWEIS

Zwischen Wohn- und Wirtschaftsteil existiert häufig eine Brandwand / Gebäudetrennwand.

Sonderbauten (alle nicht oben genannten Gebäude)
Mit einem Sachverständigen für Brandschutz ist im Vorfeld der Planungen ein Bandschutzkonzept zu erstellen.

HINWEIS

Bei bestehenden Gebäuden sind die Brandschutzvorgaben aus der Baugenehmigung ersichtlich.

4.5 Hinweise für besondere Anlagentypen

Zu unterscheiden sind dachintegrierte Anlagen (Indachanlagen) und fassadenintegrierte Anlagen.

Installationshinweise Gebäudeintegrierte Anlagen
Bei dachintegrierten Anlagen übernehmen PV-Module in Verbindung mit dem Montagesystem die Funktionen der äußeren Dachhaut und müssen daher auch die an diese gestellten Anforderungen und Normen erfüllen. Aus brandschutztechnischer Sicht sind insbesondere die Anforderungen der jeweiligen Landesbauordnung (LBO) zu berücksichtigen. In der Regel wird der Nachweis für „harte Bedachung“ nach DIN 4102-7 bzw. EN 13501-5 verlangt, der für das System aus Modulen und Montagekonstruktion zu erbringen ist. Grundsätzlich wird mindestens Baustoffklasse B2 nach DIN 4102-1 für die verwendeten Materialien gefordert, abhängig von der Einordnung der Gebäudeklasse.

Bei Sonderbauten sollte grundsätzlich ein Brandschutzsachverständiger hinzugezogen und die PV-Anlage in das Brandschutzkonzept einbezogen werden. Wie bei Aufdachanlagen dürfen auch bei Indachanlagen keine Brandschutzwände überbaut werden. Auch bei der Überbrückung vom ersten zum zweiten Dachgeschoss mit der PV-Installation müssen Maßnahmen zur Vermeidung der Brandweiterleitung getroffen werden. Erforderliche Mindestabstände können u.U. geringer als bei Aufdachsystemen ausfallen.

Vor Ort verfügbare Informationen für Feuerwehr-Einsatzkräfte oder Hilfskräfte sind bei Indachanlagen noch bedeutender, da Installationsdetails wie z. B. die Kabelverlegung nicht einsehbar sind. Sie sollten eine Verlegeskizze der Module, Kabelwege und Durchführungen sowie Informationen zur Vorgehensweise bei der Moduldemontage enthalten. Auch Kontaktdaten der ausführenden Installationsfirma sollten enthalten sein.

Bei der Installation von Indachanlagen ist besondere Sorgfalt erforderlich, da die Modulrückseite und Verkabelung nicht mehr einsehbar und eine Prüfung nur Stichprobenartig erfolgen kann. Nur fortgeschrittene, erfahrene Installateure sollten diese Arbeiten durchführen. Bei Bauten mit besonders hohen

Brandschutzanforderungen können auch automatische Brandmeldeanlagen zum Einsatz kommen um die Risiken zu reduzieren.

Eine ausführliche Einweisung und Schulung des Betreibers ist wichtig um Wechselrichterfehlermeldungen zu erkennen und frühzeitig auf eventuell vorhandene Fehler zu reagieren.

Hersteller von Modulen oder Montagesystemen für die Gebäudeintegration müssen klar definierte Installationsanforderungen (z. B. Klemmenpositionierung und maximale Klemmkräfte bei PV-Laminaten) zur Verfügung stellen. Ein „Fail Safe Design" des Indach-Montagesystems kann Risiken von Folgefehlern verringern. Zum Beispiel können nichtbrennbare isolierende Materialien zwischen PV-Modulen und der Holzkonstruktion eines Dachstuhls eine Brandausbreitung vermeiden.

Für **fassadenintegrierte PV-Anlagen** gelten besondere Brandschutzanforderungen. Es sollte ein Brandschutzsachverständiger bei der Planung hinzugezogen werden. Die Vorgaben für hinterlüftende Fassaden, in den Technischen Baubestimmungen, müssen beachtet werden (siehe Auflistung der Musterliste der Technischen Baubestimmungen Teil 1 / Kapitel 2.6 Bauteile Abschnitt 2.6.5 – unter www.is-argebau.de → Mustervorschriften und Mustererlasse → Bauaufsicht / Bautechnik).

Installationshinweise PV-Freiflächenanlagen
Erdkabel sind sachgemäß anzuschließen und mit Schutz vor mechanischen Beschädigungen, wie z. B. beim Grasschnitt, zu verlegen. Ebenso sind die Anschlüsse in Trafo und Wechselrichter ordnungsgemäß, mit Schutz vor mechanischen Beschädigungen, auszuführen. Generell ist auch hier eine Erd- und Kurzschlusssichere Installation vorzunehmen. Die Richtlinien zum Aufbau der Anlage und zur Leitungsverlegung bzw. zur Verkabelung entsprechen denen der Dachanlagen.

Brandlasten und Brandgefahren sollten minimiert werden:

- zu starken Bewuchs unter der PV-Anlage vermeiden / regelmäßige Mahd
- anfallenden Grasschnitt von der Anlage entfernen
- geeignetes Material für Unterkonstruktion verwenden
- nach der Installation keine Brandlasten auf dem Gelände zurücklassen (Kartonagen, Verpackungsmaterial ...)

Es empfiehlt sich, die Generator-Tische in Brandabschnitte einzuteilen und die Mittelgänge freizulassen, um die Gefahren der Brandweiterleitung zu verringern.

Freiflächenanlagen sind abgeschlossene elektrische Betriebsstätten und dementsprechend vor dem Zugriff durch Unbefugte zu sichern. Im Brandfall können unterwiesene Einsatzkräfte Zutritt erhalten. Die Trafo- und Wechselrichterstationen (mit Spannungen größer 1 kV AC) sind vom direkten Zugriff durch Einsatzkräfte ausgenommen und mit Warnhinweisen auszustatten (Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung).

Ein Übersichtsplan für Einsatzkräfte wird empfohlen. Es ist die Zufahrtmöglichkeit zur PV-Anlage für die Feuerwehr und ggf. der Zugriff auf die BMA sicherzustellen.

5. Anhang

5.1 Weiterführende Informationen

- Musterbauordnung MBO unter www.is-argebau.de → Mustervorschriften / Mustererlasse → Bauaufsicht / Bautechnik
- Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie „MLAR“ unter www.is-argebau.de → Mustervorschriften / Mustererlasse → Bauaufsicht / Bautechnik „Musterrichtlinien“
- Landesbauordnungen und zuständige Bauämter finden sie auf den Internetseiten des jeweiligen Bauministeriums des Landes
- Photovoltaik-Anlagenpass mit Prüfprotokollen unter www.photovoltaik-anlagenpass.de
- Merkblatt für Feuerwehr-Einsatzkräfte und Hinweisschilder unter www.solarwirtschaft.de/brandvorbeugung
- Kurzinformationen zum Blitzschutz unter www.solarfoerderung.de → Downloads → Merkblätter

5.2 Übersichtsplan für Einsatzkräfte

Erstellung des PV-Anlagen-Übersichtsplans

Gliederung:

Der Übersichtsplan sollte auf eine DIN A4 Seite ausgelegt werden.
Die Seite wird in 3 Teile unterteilt.

Oberer Teil: Draufsicht des Gebäudes nordweisend

- PV-Generator schraffiert mit Bezeichnung „PV“
- die nicht abschaltbaren, spannungsführenden Leitungswege rot einzeichnen, die Zeichnung muss den tatsächlichen Verlauf der Leitungen im Gebäude wiedergeben, jedoch nicht maßstäblich sein.
- die o.g. spannungsführenden Leitungen bei feuerfester Verlegung zusätzlich grün schraffieren
- farbige Kreismarkierung des Installationsortes der Wechselrichter oder der DC-Freischalter mit Kommentar „PV-Freischalteinrichtung“
- roter Kommentar: „Die rot dargestellten Leitungen sind immer spannungsführend“
- Markierung der Himmelsrichtung
- verständliche Bezeichnung der Räume (z. B. Küche. Garage usw.)

Mittlerer Teil: Schematische Seitenansicht des Gebäudes

- PV-Generator mit Bezeichnung „PV“
- die nicht abschaltbaren, spannungsführenden Leitungswege rot einzeichnen, die Zeichnung muss den tatsächlichen Verlauf der Leitungen im Gebäude wiedergeben, muss jedoch nicht maßstäblich sein.
- die o.g. spannungsführenden Leitungen bei feuerfester Verlegung zusätzlich grün schraffieren
- farbige Kreismarkierung des Installationsortes der Wechselrichter oder der DC-Freischalter mit Kommentar „PV-Freischalteinrichtung“
- verständliche Bezeichnung der Räume (z. B. Küche, Garage usw.)

Unterer Teil: Schriftfeld

- Datum der Erstellung
- Projektnummer
- Kundenname und Telefonnummer (Mobiltelefon)
- Bezeichnung: Übersichtsplan für Einsatzkräfte der Hilfeleistungsorganisationen
- Notfallnummer des Elektrofachbetriebes (Mobiltelefon)
- komplette Adresse des Anlagenerrichters
- Standort der PV-Anlage (Adresse)
- Luftbild des Gebäudes, z. B. Googlemaps
- Legende:
  - rote Linie: spannungsführende Leitung, nicht abschaltbar
  - rote Line eingefasst in grüner Schraffierung: spannungsführende Leitung (feuerfest verlegt)
  - blau schraffierte Fläche: PV-Generator
  - gelb gefüllter Kreis: Position der DCFreischalteinrichtung

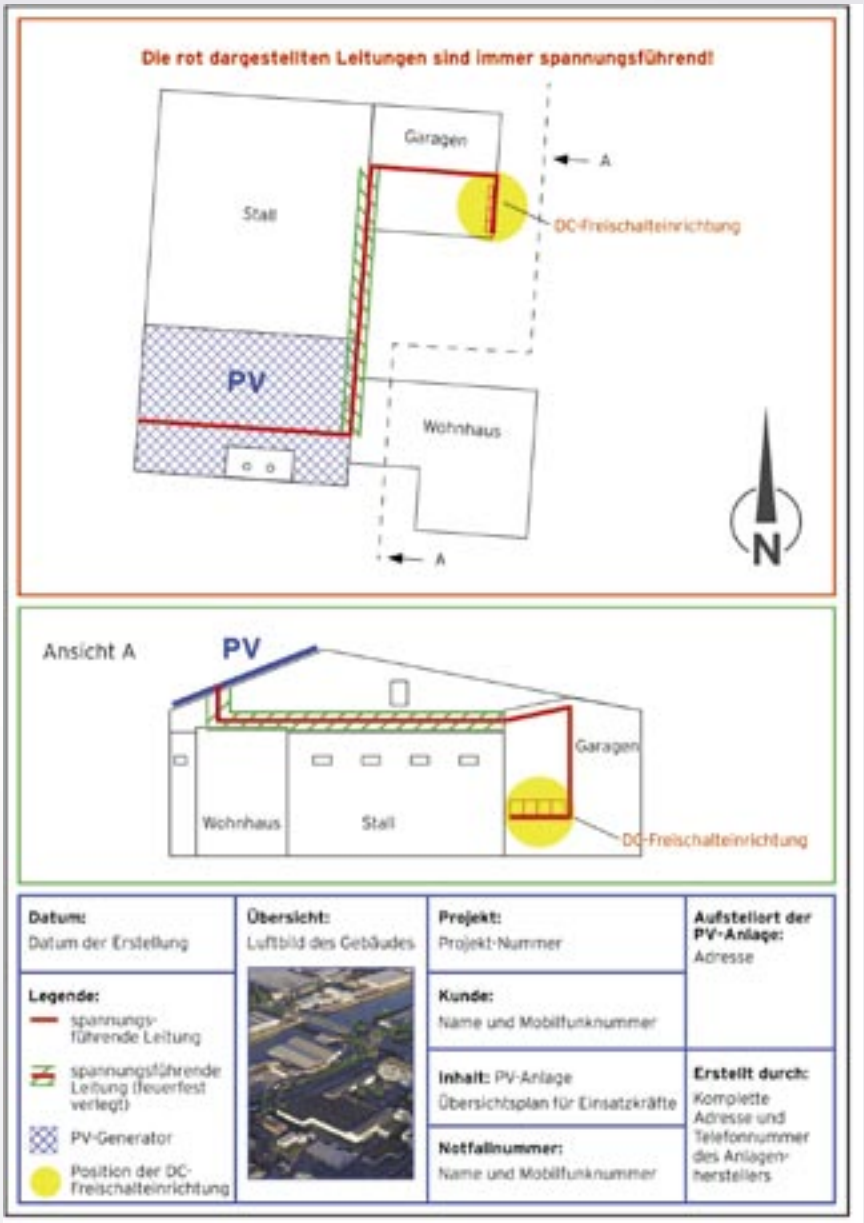


Abb. 8: Übersichtsplan für Einsatzkräfte (Muster)

5.3 Gebäudeklassen nach Musterbauordnung (MBO) – Auszug

I) Standardbauten

Nach der Musterbauordnung von 2002 sind Gebäude in verschiedene Gebäudeklassen unterteilt. Je nach Gebäudeklasse gibt es besondere Anforderungen an den vorbeugenden und den abwehrenden Brandschutz. Die Anforderungen in den Bauordnungen des jeweiligen Bundeslandes (Landesbauordnung) sind zum großen Teil an die Musterbauordnung angelehnt, können aber im Einzelfall davon abweichen.

Standardbauten, werden in der MBO unterteilt in fünf folgende Gebäudeklassen:

Gebäudeklasse 1:
a) freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 qm und
b) freistehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude

Gebäudeklasse 2
Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 qm

Gebäudeklasse 3:
sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m

Gebäudeklasse 4:
Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 qm

Gebäudeklasse 5:
sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude

Anmerkung: Die angegebene Höhe ist das Maß der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der Geländeoberfläche im Mittel.

Die Grundflächen der Nutzungseinheiten im Sinne dieses Gesetzes sind die Brutto-Grundflächen; bei der Berechnung der Brutto-Grundflächen bleiben Flächen in Kellergeschossen außer Betracht.

II) typisierte Sonderbauten und andere Sonderbauten (die in der jeweiligen Landesbauordnung oder in ergänzenden Sonderbauvorschriften aufgeführt sind)

Dazu zählen unter anderem: Gebäude mit einer Höhe von mehr als 22 m, bauliche Anlagen mit einer Höhe von mehr als 30 m, Gebäude mit mehr als 1.600 qm Grundfläche (ausgenommen Wohngebäude), Verkaufsstätten mit einer Grundfläche von mehr als 800 qm, für Büro oder Verwaltung genutzte Gebäude mit einer Grundfläche von mehr als 400 qm, Gebäude mit Räumen für mehr als 100 Personen, Versammlungsstätten, Schank- und Speisegaststätten, Beherbergungsstätten, Krankenhäuser, Heime, Tageseinrichtungen, Schulen, Hochschulen, Justizvollzugsanstalten, Camping- und Wochenendplätze, Freizeit- und Vergnügungsparks, Fliegende Bauten, Regallager, bauliche Anlagen, deren Nutzung durch Umgang oder Lagerung von Stoffen mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr verbunden ist und weitere.

Achtung: Diese Auflistung ist nicht vollständig und kann, je nach Bundesland, abweichen.

5.4 Verweise auf Produktnormen und Anforderungsprofile

Die Anforderungen an PV-Produkte sind teilweise in Normen aber auch in vornormativen Anforderungsprofilen zu finden.

Leitungen: Anforderungsprofil für PV-Leitungen z. B. erkennbar durch die Bauartbezeichnung PV1-F (Arbeitskreis DKE AK 411.2.3 Leitungen für PV-Systeme“.)

Module kristallin: IEC 61215, IEC 61730, DIN EN 50380

Module Dünnschicht: IEC 61646, IEC 61730, DIN EN 50380

Stecker:

Wechselrichter:

DC Schaltvermögen:

Sicherungen: (Normentwurf)

Generatoranschlusskästen: ... (erstellt C. Brennig – für Anhang)

5.5 Wartungs- und Instandhaltungscheckliste

Hinweis: Die Sicherheitsbestimmungen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen und Arbeiten auf dem Dach sind einzuhalten.

Wann	Wo	Was	Wer	Anmerkung
Täglich	Wechselrichter	– Kontrolle der Betriebsanzeige	Betreiber	Alternativ: Betriebsüberwachung mit aktiver Fehlermeldung an den Betreiber
	Betriebsdaten-überwachung (System)	– Kontrolle des Betriebszustandes per Fernüberwachung (Für den Brandschutz ist insbesondere auf Isolationsfehler zu achten.)	Betreiber/ Fachkraft	
		– Fehlermeldungen analysieren und geeignete Maßnahmen ergreifen	Fachkraft	
Monatlich	Zähler	– Ertragskontrolle: regelmäßig die Zählerstände protokollieren und analysieren! (entfällt bei automatischer Betriebserfassung und -auswertung)	Betreiber/ Fachkraft	
	Generatorfläche	– Sichtprüfung ob gravierende offensichtliche Mängel vorhanden sind, wie z. B. herunterhängende Module, Modulklammern, Montagegestellteile oder Solarleitungen	Betreiber	
regelmäßig, spätestens nach vier Jahren	Gesamtanlage	– Wiederholung der Messungen und Prüfungen entsprechend der Inbetriebnahme nach VDE 0100-600 bzw. VDE 0126-23	Fachkraft	

Abb. 9: Checkliste für Wartung und Instandhaltung. Hinweis: Außerplanmäßige Wartung und Instandhaltung kann notwendig werden, wegen besonderer Ereignisse, wie z. B. erhöhte Schneelasten, Schneeabrutsch, Sturm, Blitzeinwirkung, Diebstahl

5.6 Baustoffklassen

Das Brandverhalten von Baustoffen klassifiziert nach DIN EN 13501 Teil 1

	Neue Benennung	*Alte Benennung*	
Bauaufsichtliche Benennung	**Klasse nach DIN EN 13501 Teil 1**	**Klasse nach DIN 4102 Teil 1**	**Beispiel**
Nichtbrennbar (ohne Anteilen von brennbaren Baustoffen)	A1	A1	Glas, Mineralfaser ohne organische Zusätze
Nichtbrennbar (mit Anteilen von brennbaren Baustoffen)	A2 s1 d0	A2	Gipskartonplatten nach DIN 18180 mit geschlossener Oberfläche
Schwerentflammbar	A2 s3 d2 B s3 d2 C s3 d2	B1	HWL Platten nach DIN 1101, Gipskartonplatte nach DIN 18180 mit gelochter Oberfläche
Normalentflammbar	D s3 d2 E d2	B2	Holz mit einer Rohdichte >= 400 kg/m³ und einer Dicke > 2 mm
Leichtentflammbar	F	B3	

Indizees:

s1, s2 oder s3 – Zusätzliche Klassifizierung bzgl. der Rauchentwicklung

d0, d1 oder d2 – Zusätzliche Klassifizierung bzgl. brennendem Abtropfen / Abfallen

5.7 Glossar

MBO – Musterbauordnung, (hier in der aktuell gültigen Fassung von 2002)

LBO – Landesbauordnung, die Bauordnung eines jeden Bundeslandes orientiert sich an der Musterbauordnung, jedoch gibt es in einzelnen Punkten wesentliche Unterschiede.

„notwendiges Fenster“, Gemäß MBO haben die Abmessungen des „notwendigen Fensters“ eine lichte Breite von 90 cm und eine lichte Höhe 120 cm.

Sicherheitsabstand (gemäß DIN VDE 0132), bezeichnet den Abstand, den eine Einsatzkraft zu einer elektrischen Anlage mit Isolationsschaden einhalten muss, um vor den Gefahren eines elektrischen Schlages (im Niederspannungsbereich – bis 1.500 Volt DC bzw. 1.000 Volt AC) geschützt zu sein.

Entladestromstoß, Entladestrom der Eingangskondensatoren in den Wechselrichtern ...

DC-Freischalter, auch DC-Freischalteinrichtung bezeichnet sowohl die Freischalteinrichtung (Lasttrennschalter nach VDE ....) im oder am Wechselrichter als auch die Einrichtung, der umgangssprachlich als Feuerwehr-Schalter in den String oder die DC-Hauptleitung einer PV-Anlage installiert werden kann, um nachfolgende Leitungsanlagenteile spannungsfrei zu schalten. Die Effekte des Entladestromes der WR-Eingangskondensatoren sind zu berücksichtigen.

Hausanschlusskasten / Hausanschluss, elektrischer Anschluss des Gebäudes an das öffentliche Wechselspannungs- bzw. Drehstromnetz

„Übersichtsplan für Einsatzkräfte“, zu erstellendes Hilfsmittel, um Einsatzkräften die Erkundung der Einsatzstelle im Brandfall etc. zu erleichtern.

Einsatzkräfte, Feuerwehrleute und Kräfte der technischen Hilfsorganisationen ...

MLAR – Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie, (hier in der Fassung von 2005) ...

MIndBauRL – Muster-Industriebau-Richtlinie, ...

Errichter, ...

Hinweisschild, soll Einsatzkräften das Vorhandensein einer PV-Anlage am Einsatzort anzeigen. Die Anbringung am Hausanschlusskasten wird empfohlen.

Gebäudeeintritt, bezeichnet die Stellen am Gebäude, an denen die Leitungen durch die Gebäudehülle geführt werden.

Gebäudeklassen, ...

Bauprodukt,

Strom. Wärme. Zukunft

Wir sind einer der Solarpioniere der ersten Stunde und arbeiten seit vielen Jahren erfolgreich mit der Sonne zusammen.

Als Systemanbieter stehen wir für zuverlässige, ökologische und wirtschaftliche Lösungen in den Bereichen Photovoltaik, Solarwärme und Pelletheizungen.

Die Sicherheit unserer Anlagen liegt uns am Herzen.
Das betrifft den täglichen Betrieb ebenso wie den Fall der Fälle.

Dieses Projekt entstand in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband Solarwirtschaft (BSW), dem Deutschen Feuerwehrverband und der Wagner & Co Solartechnik GmbH

Überreicht durch:

Händlerstempel