

**Haftungsausschluss:** Dieses Dokument wurde sorgfältigst von den Experten der vfdb erarbeitet und vom Präsidium der vfdb verabschiedet. Der Verwender muss die Anwendbarkeit auf seinen Fall und die Aktualität der ihm vorliegenden Fassung in eigener Verantwortung prüfen. Eine Haftung der vfdb und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

**Vertragsbedingungen:** Die vfdb verweist auf die Notwendigkeit, bei Vertragsabschlüssen unter Bezug auf vfdb- Dokumente die konkreten Leistungen gesondert zu vereinbaren. Die vfdb übernimmt keinerlei Regressansprüche, insbesondere auch nicht aus unklarer Vertragsgestaltung.

**Ziel dieses Merkblattes:**

Photovoltaik ist eine Technik, mit der die nutzbare Sonnenenergie in elektrische Energie umgewandelt wird. Der Umwandler von Licht in Energie und somit die Basis für den voltaischen Prozess ist die Solarzelle. Um genügend Energie zu erhalten werden ganze Dachkonstruktionen mit Solarzellen ausgerüstet, die untereinander verbunden sind. Die Anzahl der Photovoltaikanlagen und die von ihnen erzeugte Elektroenergie steigen stetig. Diese Einsatzinformation beschreibt die besonderen Gefahren, welche von Photovoltaikanlagen bei einem Brand ausgehen können und mögliche Maßnahmen der Feuerwehr.

## Inhalt

1.	Photovoltaik-Anlagen (PV Anlagen) .....	3
1.1	Aufbau der PV-Module .....	5
1.2	Vorgehensweise im Schadensfall .....	5
2.	Gefahren für die Feuerwehreinsatzkräfte .....	6
2.1	Toxische Gase .....	7
2.2	Herabfallende Teile .....	7
2.3	Spannungsführende Teile .....	7
3.	Einsatzvorbereitung .....	8

## 1. Photovoltaik-Anlagen (PV Anlagen)

Photovoltaikanlagen sind Anlagen, die Sonnenenergie in elektrische Spannung umwandeln. Die dabei entstehende Gleichspannung (DC = Direct Current) kann dann bei Inselanlagen in „Batterien“ gespeichert werden, oder sie wird bei Netzanlagen in das Stromversorgungsnetz der Energieversorgungsunternehmen (EVU) eingespeist. Dazu wird die Gleichspannung in Wechselrichtern in Wechselspannung (AC = Alternating Current) umgewandelt.

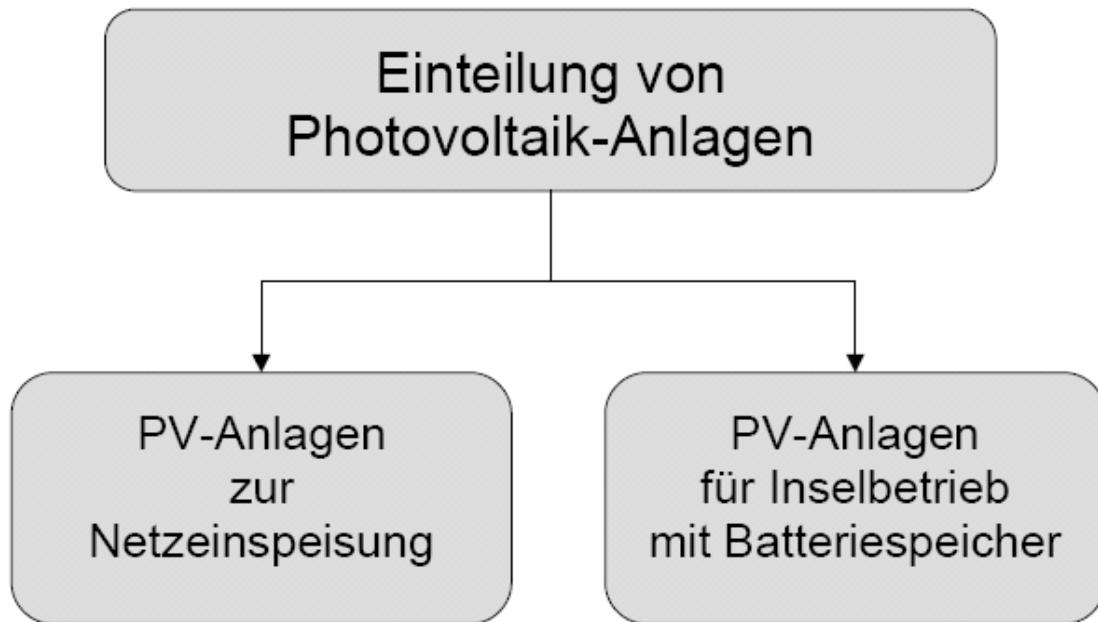


Bild 1: Einteilung der PV-Anlagen (Quelle: Feuerwehr München)

In PV-Anlagen wird die solare Strahlungsenergie mittels des photovoltaischen Effekts in Solarzellen direkt in elektrische Energie umgewandelt. Der Primärenergielieferant ist das Sonnenlicht. Auch die diffuse Strahlung z.B. bei wolkenverhangenem Himmel genügt, um elektrische Spannung zu erzeugen. Mondlicht reicht, nach gegenwärtigem Stand der Technik aufgrund der geringen Strahlungsintensität nicht aus, um die Module ausreichend anzuregen. **An nächtlichen Einsatzstellen, die durch Halogenscheinwerfer o.ä. Lichtquellen mit Helligkeit versorgt werden, kann jedoch die Gefahr hoher Berührungsspannungen auftreten.**

Das bedeutet, dass bei Lichteinwirkung auf die PV-Module sofort Spannung anliegt, je nach Größe der PV-Anlage und Schaltung der Module kann diese bis zu 1000V DC betragen. Die Spannungserzeugung wird erst gestoppt, wenn „die Lichtquelle abgeschaltet“ ist.

Die Leistung einer PV-Anlage wird in kWpeak (kWp) angegeben. Kilowatt peak bedeutet dabei die Nennleistung der Anlage bei maximaler bzw. idealer Sonneninstrahlung, die jedoch nur selten erreicht wird. Dieser Wert beschreibt somit die Leistung eines aus i. d. R. mehreren Modulen bestehenden Solargenerators unter genormten Testbedingungen (Einstrahlung 1.000 W/m<sup>2</sup>, Modultemperatur 25 °C). Bei bewölktem Himmel ist die Leistung der Solaranlage entsprechend geringer. In Deutschland sind derzeit netzgekoppelte Anlagen dominierend. PV-Anlagen in Deutschland erbringen gegenwärtig fast 10.000 MWp an Leistung.

Netzgekoppelte PV-Anlagen finden zudem ein hohes Maß an Akzeptanz in der Bevölkerung, so dass die Anzahl der PV-Anlagen und die von ihnen erzeugte Elektroenergie stetig steigt.

Seit kurzem gilt für die Errichtung von PV-Anlagen die Norm VDE 0100-7-712 mit der Forderung nach einer DC-Freischaltstelle vor dem Wechselrichter. Eine Verpflichtung, DC-Notausschalter oder andere Trennstellen zur Spannungsfreischaltung bereits an den PV-Modulen zu erreichen gibt es nicht.

Bei Schadensfällen an einer PV-Anlage ist die Gefahr eines elektrischen Schlaggefahrs bei Berührung der Gleichspannungsseite gegeben, solange Licht auf die Module fällt.

Durch eine vollständige Verdunkelung, lichtundurchlässige und feste Abdeckung, kann diese Gefahr verhindert werden. (Hinweis: Bei großen PV-Anlagen oder im Brandfall ist dies aus technischen Gründen nicht möglich).

Auch die Beschäumung einer PV-Anlage ist als Sicherheitsmaßnahme für die Einsatzkräfte nicht geeignet.

## Kennzeichnung

Es bestehen seit einigen Jahren Bestrebungen, eine Kennzeichnung von PV-Anlagen zu erreichen. Ein Hinweisschild wurde in 2009 vom Arbeitskreis 221.1.4 der Deutschen Kommission Elektrotechnik (DKE) im DIN und VDE zur Kennzeichnung von PV-Anlagen festgelegt. Die Anbringung ist im Bereich der Schalt- und Zählerschränke empfohlen.



## Gefahr durch elektrischen Schlag (VDE 0100 Teil 410) besteht bei:

- Wechselstromsystemen (AC) bei Spannungen ab 50V
- Gleichstromsystemen (DC) bei Spannungen ab 120V
- Wegen der Lichtbogengefahr keinesfalls Steckverbindungen auf der Gleichspannungsseite trennen.

Um einen hinreichenden Schutz vor einem elektrischen Schlag zu erlangen, wird zudem auf die Verwendung der gemäß DIN VDE 0680 beschriebenen „isolierenden Körperschutzmittel und der isolierenden Schutzvorrichtungen“ hingewiesen.



PV-Anlagen sind Elektrische Anlagen und entsprechend zu beschildern

## 1.1 Aufbau der PV-Module

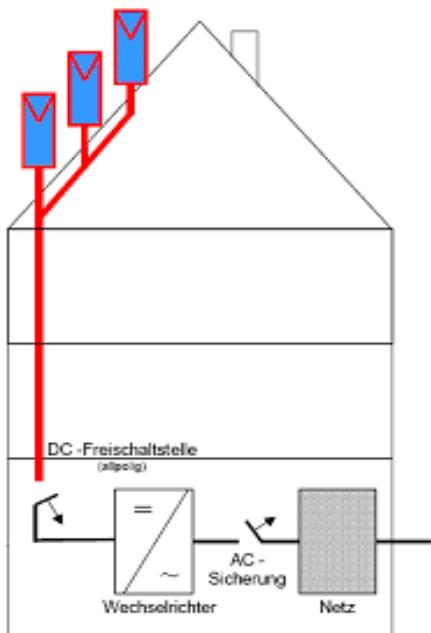
Bestandteile der PV-Module: Glas, Silizium, Metall, Gießharz, Ethylen, Vinyl Acetat, Silikon, verschiedene Kunststoffe, Folien

Es besteht keine Klassifizierung in eine Bauteilkategorie bzw. Feuerwiderstandskategorie.

Daraus resultiert:

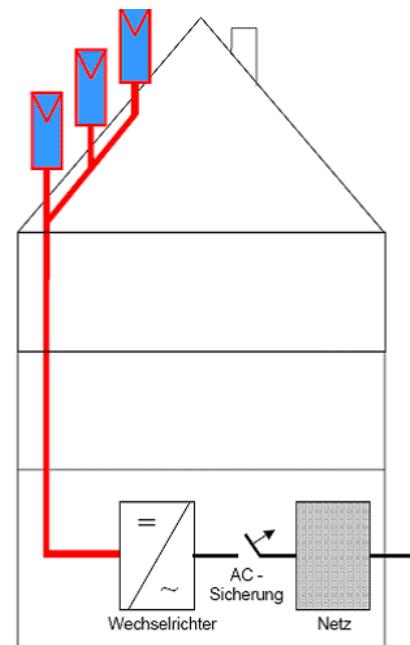
- keine Angabe über die Brennbarkeit
- keine Angaben über den Brandverlauf

## Aufbau einer PV-Anlage



### PV—Anlage mit DC-Freischaltstelle (links)

Bereich vor der DC-Freischaltstelle (rote Leitung) ist nicht spannungsfrei zu schalten (bei Lichteinfall immer unter Spannung)



### PV—Anlage ohne DC-Freischaltstelle (rechts)

Bereich vor dem Wechselrichter (rote Leitung) ist nicht spannungsfrei zu schalten . DC-Freischaltstelle nicht vorhanden bzw. zugänglich (bei Lichteinfall immer unter Spannung)

Bilder 2 und 3: Aufbau einer PV-Anlage

(Quelle: Feuerwehr München)

## 1.2. Sicherheitselemente

Gegenwärtig arbeitet die Solarbranche an Sicherheitselementen, die bei Auslösung die ruckartige Trennung der anliegenden Systemspannung bewirken. Durch den Aufbau dieser Konstruktion, die automatisch (bei Überschreiten einer Temperaturgrenze) oder mechanisch (durch Schlag mit dem Feuerwehrbeil) ausgelöst werden können, ist die Entstehung eines Lichtbogens unwahrscheinlich. Ebenfalls werden spezielle Schalteinrichtungen angeboten. Eine Pflicht zum Einbau und Kennzeichnung gibt es nicht.

### 1.3. Vorgehensweise im Schadenfall

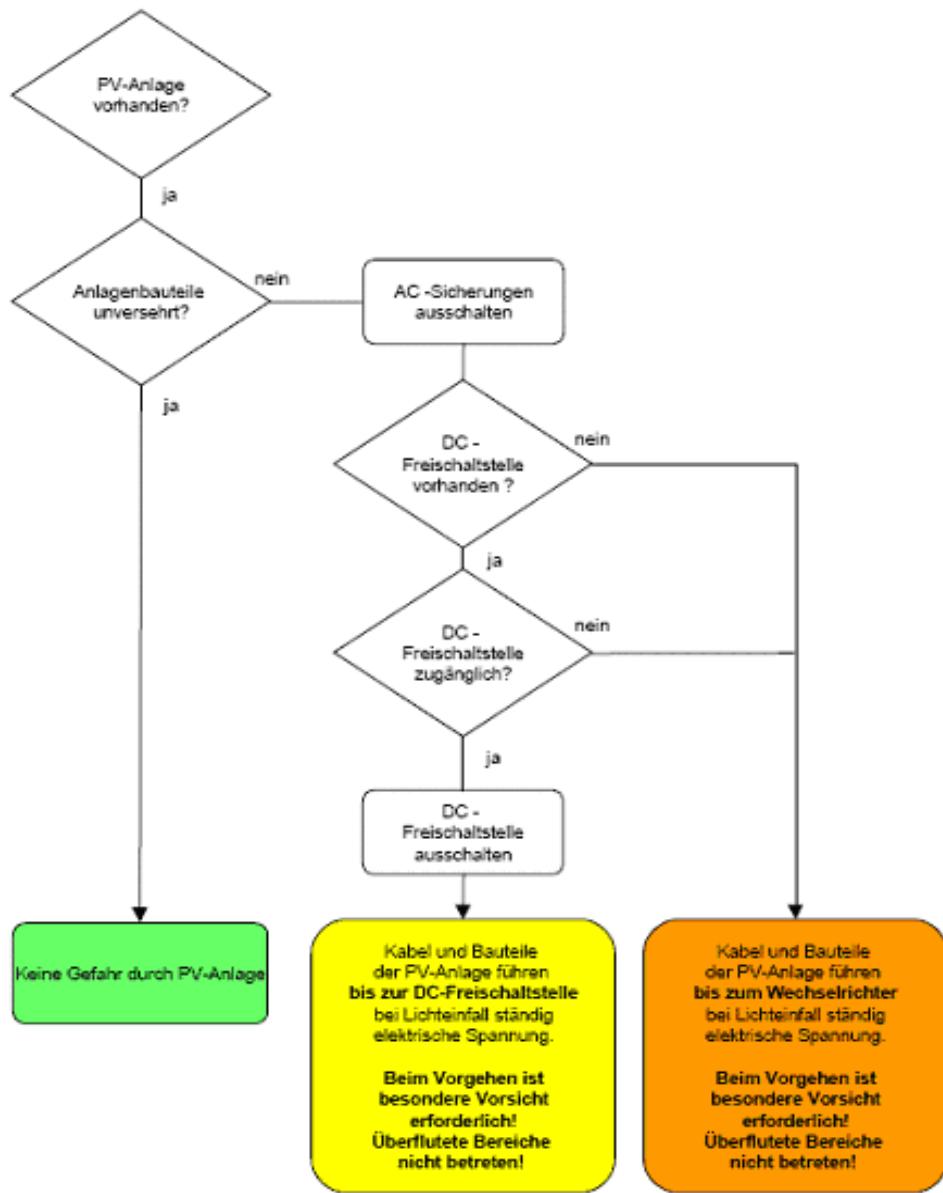


Bild : Quelle: Feuerwehr München

## 2. Gefahren für die Feuerwehreinsatzkräfte

Bei Bränden an Photovoltaikanlagen bzw. in Gebäuden mit derartigen Anlagen sind die daraus resultierenden zusätzlichen Gefahren, elektrischer Schlag, toxische Gase und herabfallende Teile, durch die Einsatzkräfte zu beachten.

## 2.1 Toxische Gase

### Gefahren:

- Giftstoffe, durch Verbrennung von Kabelisolierungen, Kunststoffen und Bestandteilen der PV-Module
- Ausbreitung über Lüftungsanlagen möglich

### Maßnahmen:

- Umluftunabhängigen Atemschutz einsetzen
- Lüftungsanlagen abschalten
- Betroffene Bereiche räumen

## 2.2 Herabfallende Teile

### Gefahren:

- keine Angaben über Brandverhalten und Feuerwiderstände
- Verbundglas kann durch Erhitzen bersten und Splitter können meterweit fliegen
- erhöhte Dachlast durch die PV-Module

### Maßnahmen:

- Dachlast beachten
- Trümmerschatten berücksichtigen
- Gefahrenbereich absperren

## 2.3 Spannungsführende Teile

### Gefahren:

- Leitungen vom Modul zum Wechselrichter sind nie komplett stromlos zu schalten
- durch hohe Gleichspannung Gefahr eines Lichtbogens
- Gefährdung durch herabhängende, unisolierte Kabel

Maßnahmen:

- Abschaltung an der DC-Freischaltstelle ermöglicht gefahrlosen Umgang (erst!) ab Wechselrichter
- Beachtung der Regeln für den Umgang mit spannungsführenden Anlagen nach VDE 0132
- Ist die anstehende Spannung unbekannt, dürfen bei Löscharbeiten folgende Abstände nicht unterschritten werden:
  - Sprühstahl 5m
  - Vollstrahl 10m

### **3. Einsatzvorbereitung**

- Kenntnis über Vorhandensein, Aufstellorte, Aufbau und Anlagentechnik von PV-Anlagen
- Erstellung von Einsatzplänen für große Anlagen
- Schaffung eines Verzeichnisses über Ansprechpartner
- Besichtigungen an Anlagen im Ausrückebereich mit den Einsatzkräften