

Maßnahmen bei der Errichtung:

- Sicher verlegte Kabel von Modulen zu Wechselrichter. Üblicherweise befinden sich die Photovoltaikmodule auf dem Dach und der Wechselrichter im Keller. Die Kabel führen folglich durch das ganze Haus. Um das Risiko zu minimieren, darf die Leitung nicht frei zugänglich sein. Idealerweise verlegt man die Kabel isoliert unter Verputz.
- Die Leitungen kurz halten. Anstatt den Wechselrichter im Keller zu montieren, kann es in manchen Fällen vorteilhaft sein ihn direkt am Dachboden zu montieren. Dadurch kann die Leitung zwischen Wechselrichter und Modul kurz gehalten und die Gefahr minimiert werden. (Auf die Landesgesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich Brandabschnittsbildungen am Dachboden wird hingewiesen.)
- Einen Feuerwehrscharter (Trennscharter) einbauen. Mit ihm kann die Leitung zwischen Wechselrichter und Modulen spannungsfrei geschaltet werden. Dieser Trennscharter sollte so nahe wie möglich bei den Photovoltaikmodulen situiert sein. Die Betätigung dieses Schalters muss vom Feuerwehrrangriffsweg möglich sein. Der Markt bietet mittlerweile Notabschaltungen an, die durch Betätigung eines Notfallknopfes alle Module kurzschließt und dann wirklich keine Spannung mehr anliegt.
- Einbau von Sicherheitselementen zur selbstständigen Trennung der einzelnen PV-Module im Brandfall. (siehe Beilage)

Maßnahmen bei bestehenden Anlagen:

Falls die o.e. Maßnahmen nicht umgesetzt wurden:

- Der Feuerwehr die PV-Anlage melden
- Den Leitungsverlauf und den Standort des Feuerwehrscharter (Trennscharter) dokumentieren und der Feuerwehr zur Begutachtung vorlegen.
- Nachrüstung von Notabschaltungssystemen

Vorbemerkung:

Die Zahl der auf privaten und öffentlichen Gebäuden verbauten Photovoltaikanlagen steigt stetig.

Für die Feuerwehren erhöht damit auch die Wahrscheinlichkeit, bei der Hilfeleistung auf Objekte mit installierten Photovoltaikanlagen zu treffen.

Nachfolgende Hinweise geben den Einsatzkräften Informationen zur Technik der Anlagen, den Gefahren und zum richtigen Verhalten.

Technik und Funktionsweise:

In der Photovoltaikanlage (PV-Anlage) findet die Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie statt. Die Technik in den Zellen beruht auf dem sogenannten lichtelektrischen Effekt. Auf einen Halbleiter trifft ein Lichtstrahl auf und ruft einen Elektronenfluss hervor. Dieses Phänomen wird photovoltaisches Prinzip genannt.

Auch die diffuse Strahlung z.B. bei wolkenverhangenem Himmel genügt, um elektrische Spannung zu erzeugen. 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 1.000 Volt Gleichspannung betragen.

Aufbau einer Photovoltaikanlage:

Eine Photovoltaikanlage besteht aus mehreren Komponenten:

- **PV-Module** (zusammengeschaltete Solarzellen)
Die PV-Module empfangen die Sonnenenergie und wandeln diese in elektrische Energie (Gleichspannung) um.
- **PV-Generator**
Die einzelnen PV-Module werden zunächst in Reihe zu Strängen und dann parallel zum PV-Generator verschaltet, um ausreichen hohe Spannungen und Ströme zur Einspeisung zu erreichen.
- **Wechselrichter**
Am Wechselrichter wird die erzeugte Gleichspannung in Wechselspannung umgewandelt.
- **Einrichtungen zur Netzüberwachung**
Eine PV-Anlage darf nur in ein einwandfrei funktionierendes öffentliches Netz einspeisen. Kommt es zu einer Störung im öffentlichen Netz, darf kein Strom unkontrolliert eingespeist werden. Diese Anlage erkennt Unregelmäßigkeiten im Netz und nimmt die PV-Anlage aus der Netzeinspeisung.

- **Gleichstrom-Freischalter (Gleichstromhauptschalter)**

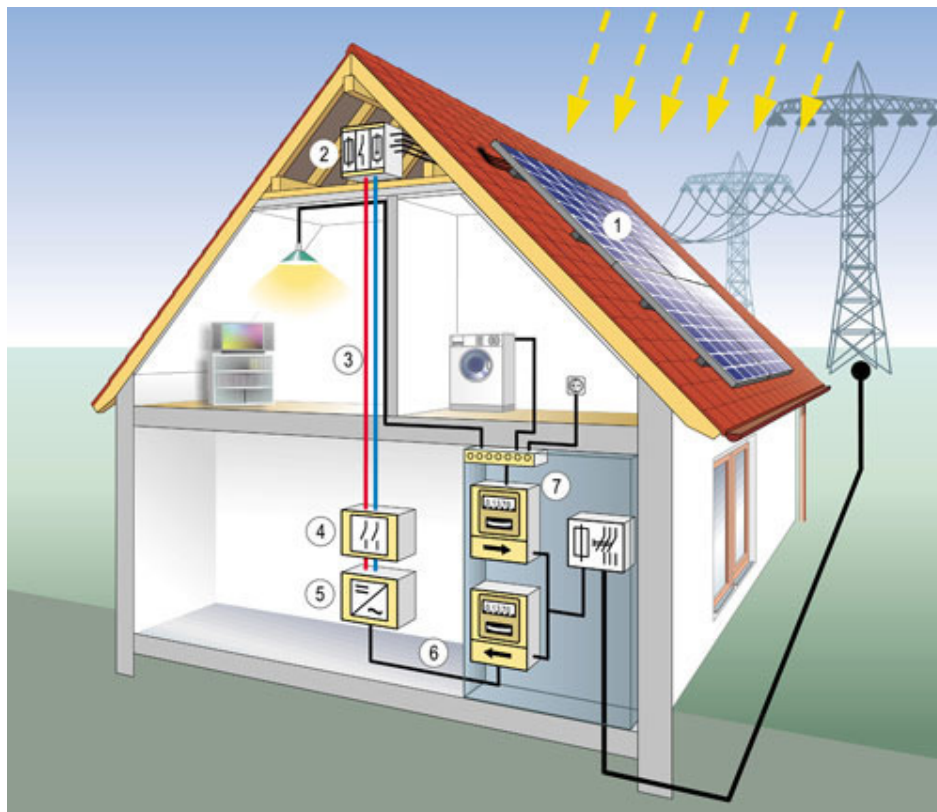
Seit Juni 2006 sind Gleichstromhauptschalter zur Lasttrennung zwischen PV-Generator und Wechselrichter vorgeschrieben. Der Installationsort ist im Regelfall beim oder im Wechselrichter. Hierdurch soll eine Trennung der gleichspannungsführenden Teile zum Wechselrichter erreicht werden.

- **Stromzähler**

Einspeise- und Bezugszähler

- **Verkabelung**

Die Verkabelung kann am Inneren des Gebäudes beispielsweise in einem Installationsschacht oder entlang des Kamines verlaufen bzw. außen entlang des Fallrohres angeordnet sein. Auf der Gleichspannungsseite stehen diese Leistungen bei einem Lichteinfall bis zum Gleichstromhauptschalter unter Spannung.



1. PV-Module
2. Sicherungen
3. Gleichstromkabel
4. Gleichstromtrenner (nicht immer vorhanden)
5. Wechselrichter
6. Wechselstrom-Einspeisung
7. Sicherung

Mögliche Gefahren durch PV-Anlagen:

- **Elektrischer Strom:**

Durch die Reihenschaltung der einzelnen Solarmodule kann eine Gleichspannung bis zu etwa 1000 Volt entstehen. Diese Spannung ändert sich in Abhängigkeit von Lichteinstrahlung kaum.

Zwischen den Solarmodulen und dem Wechselrichter steht bei ausreichender Belichtung der Solarmodule immer eine Spannung an. Ist der Wechselrichter im Keller montiert, muss dies insbesondere bei einer Überflutung des Kellers berücksichtigt werden.

Wird die Isolierung der elektrischen Leitung zwischen Solarmodul und Wechselrichter beschädigt, kann es durch Gleichspannung zu einem Lichtbogen kommen, der im Gegensatz zu Wechselstrom nicht selbst verlischt bzw. eine deutlich längere Standzeit hat. Kabel und Leitungen vom PV-Generator zum Wechselrichter dürfen nicht unter Last getrennt werden (Lichtbogengefahr!) Eine Ausnahme stellen die hierzu vorgesehenen Gleichstromhauptschalter da.

- **Mechanisches Versagen / Einsturz**

Bei einem Brand in unmittelbarer Nähe der Solarmodule besteht die Gefahr des mechanischen Versagens der im Regelfall metallischer Haltekonstruktion.

Die Solarmodule können einzeln oder als Ganzes herabstürzen bzw. bei „In-Dach-Montage“ durch die Unterkonstruktion ins Innere eines Objektes einbrechen. Durch thermische Belastung (Brand im Dachgeschoss) kann die Verglasung der Solarmodule bersten.

Bei sehr starkem Wind besteht die Gefahr, dass sich einzelne Solarmodule aus der Befestigung lösen und herabstürzen.

Einsatztaktische Maßnahmen:

1. Erkundung der Einsatzstelle – PV-Anlage vorhanden?

- Lage der Komponenten?
 - Anlagenbauteile unversehrt?
 - Einsatzkräfte auf erkannte Gefahren hinweisen, ggf. Bereiche absperren
- Grundsätzliche Annahme: Anlage führt bis zu 1.000 Volt Gleichspannung!
Vorgehensweise analog wie bei 230/400 Volt Wechselspannungsanlagen.

2. Verhalten

- Abstand zu spannungsführenden Teilen (mindestens 1 Meter)
- Schalthandlungen nur am Gleichstromhauptschalter und an Wechselstromsicherungen durchführen, sonst besteht Lichtbogengefahr.
- Mindestabstände beim Löschgriff (1 bzw. 5 Meter – siehe Tabelle)
- Elektrofachkraft hinzuziehen
- Überflutete Bereiche – Abstand einhalten und Elektrofachkraft hinzuziehen.

CM- und HD-Rohr	Niederspannung bis 1.000 V	Hochspannung über 1.000 V
Sprühstrahl	1 Meter	5 Meter
Vollstrahl	5 Meter	10 Meter

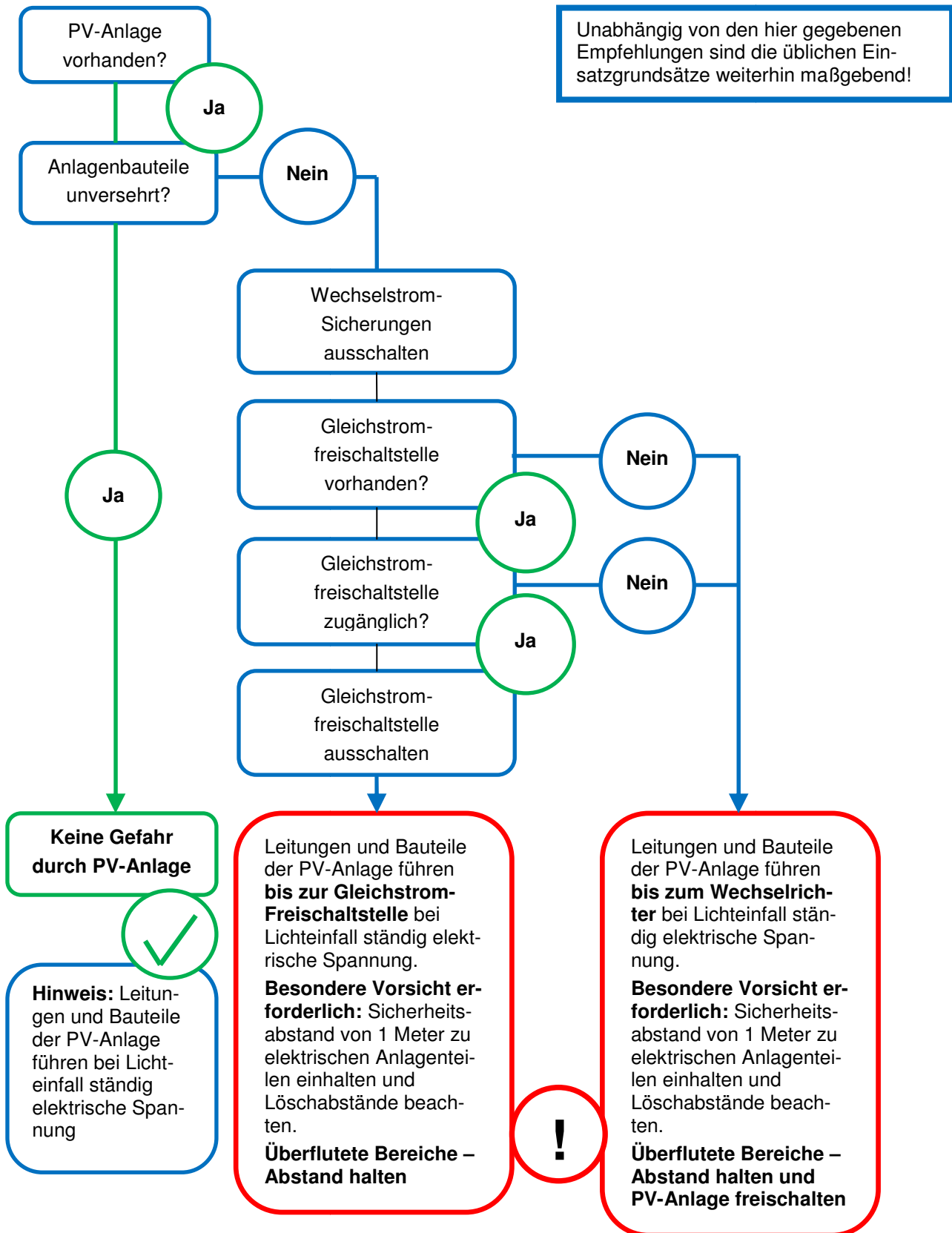
3. Beendigung des Einsatzes

- Mögliche Gefahrenbereiche absperren
- PV-Anlage durch PV-Fachfirma in sicheren Zustand setzen und gegen Wiedereinschalten sichern, bzw. Beauftragten des Betreibers darauf hinweisen, dies zu tun.
- Einsatzstelle an Betreiber übergeben.

4. Wichtige Hinweise:

- Sichere Spannungsfreiheit ist nur durch Freischalten des Gleichspannungskreises möglich.
- Spannungsfreiheit muss messtechnisch festgestellt werden.
- Module dürfen grundsätzlich nicht betreten werden.
- Module und Leitungen nicht zerstören.

5. Schematische Vorgehensweise im Schadensfall:



Schematische Vorgehensweise im Schadensfall (Quelle: Deutscher Feuerwehrverband)

Quellenverzeichnis:

Landesfeuerwehrschule Baden-Württemberg
Deutscher Feuerwehrverband
Vfdb Merkblatt „Einsätze an Photovoltaikanlagen“