



Landeshauptstadt
München
Kreisverwaltungsreferat

Hauptabteilung IV

Branddirektion

Abteilung Aus- und Fortbildung



Gefahr durch die Sonne?

Photovoltaikanlagen und
deren Gefahren für Einsatzkräfte

Horst Thiem
Brandamtsrat
BF München

Erstellt von

Dipl.-Ing. Josef Huber
Brandrat.
BF München

Übersicht



- Geschichte und Allgemeines zu Photovoltaikanlagen
- Komponenten und Aufbau der Anlagen
- Probleme und Gefahren für Einsatzkräfte
- Informationen für Einsatzkräfte und Kennzeichnung von Anlagen
- Beschäumungsversuch der BF München
- Ziele und Wünsche für die Sicherheit der Feuerwehr
- Vorgehensweise beim Einsatz (Info-Blatt)

Geschichte der Photovoltaik

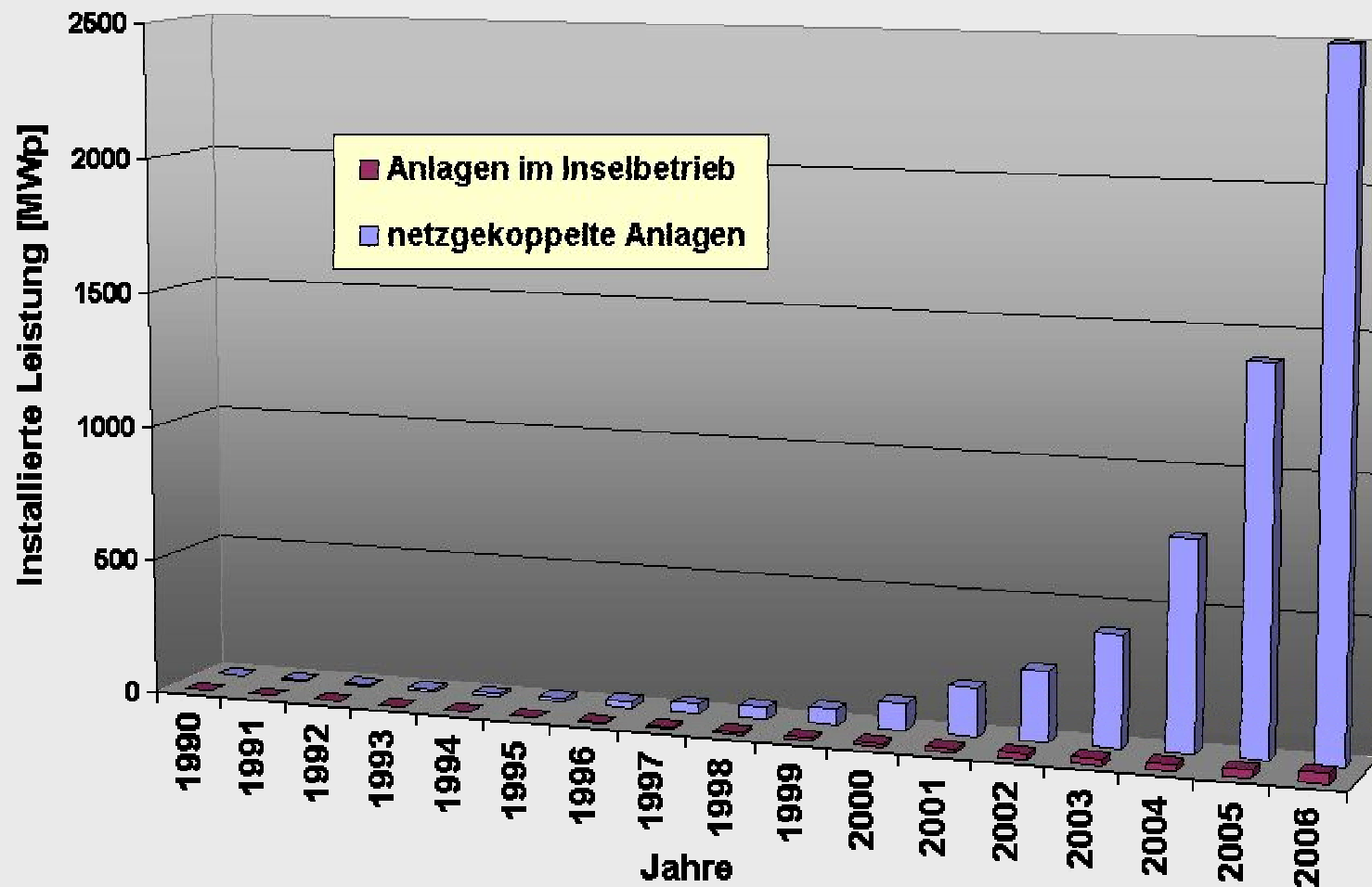


- Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von **Strahlungsenergie** (kurzwelligem Licht) in **elektrische Energie** und ist seit 1958, zunächst in Satelliten, im Einsatz
- Der **photoelektrische Effekt** wurde bereits **1839** von Alexandre Becquerel entdeckt
- Beginn der Entwicklung durch Nachfragen aus der **Raumfahrt** in den 60er und 70er Jahren
- Nachweis durch **Einstein 1905**, wofür er den **Nobelpreis 1921** erhielt

Entwicklung der letzten Jahre



PV-Anlagen in Deutschland



Unterschied PV- und Solaranlage



- **Solaranlage:**
Warmwassergewinnung

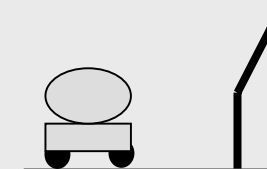
- **PV-Anlage:**
**Erzeugung von
elektrischer Energie**

- netzgekoppelte PV-Anlagen
(direkte Einspeisung des
erzeugten Stromes in die
Netze der Stromversorger)
- netzferne PV-Anlagen
(Inselbetrieb). Sie arbeiten
mit Akkumulatoren und
werden in abgelegenen
Gebieten eingesetzt

Montagearten



- Aufdachanlagen
- Dachintegrierte Anlagen
- Flachdachanlagen
- Fassadenanlagen
- Freilandanlagen
(Kraftwerksbau)
- Lärmschutzwände



Komponenten einer PV-Anlage



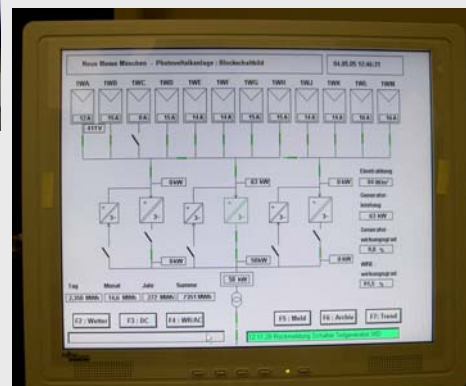
- Module



- Wechselrichter



- Netzanschluss



- Betriebsüberwachung

Aufbau der Module



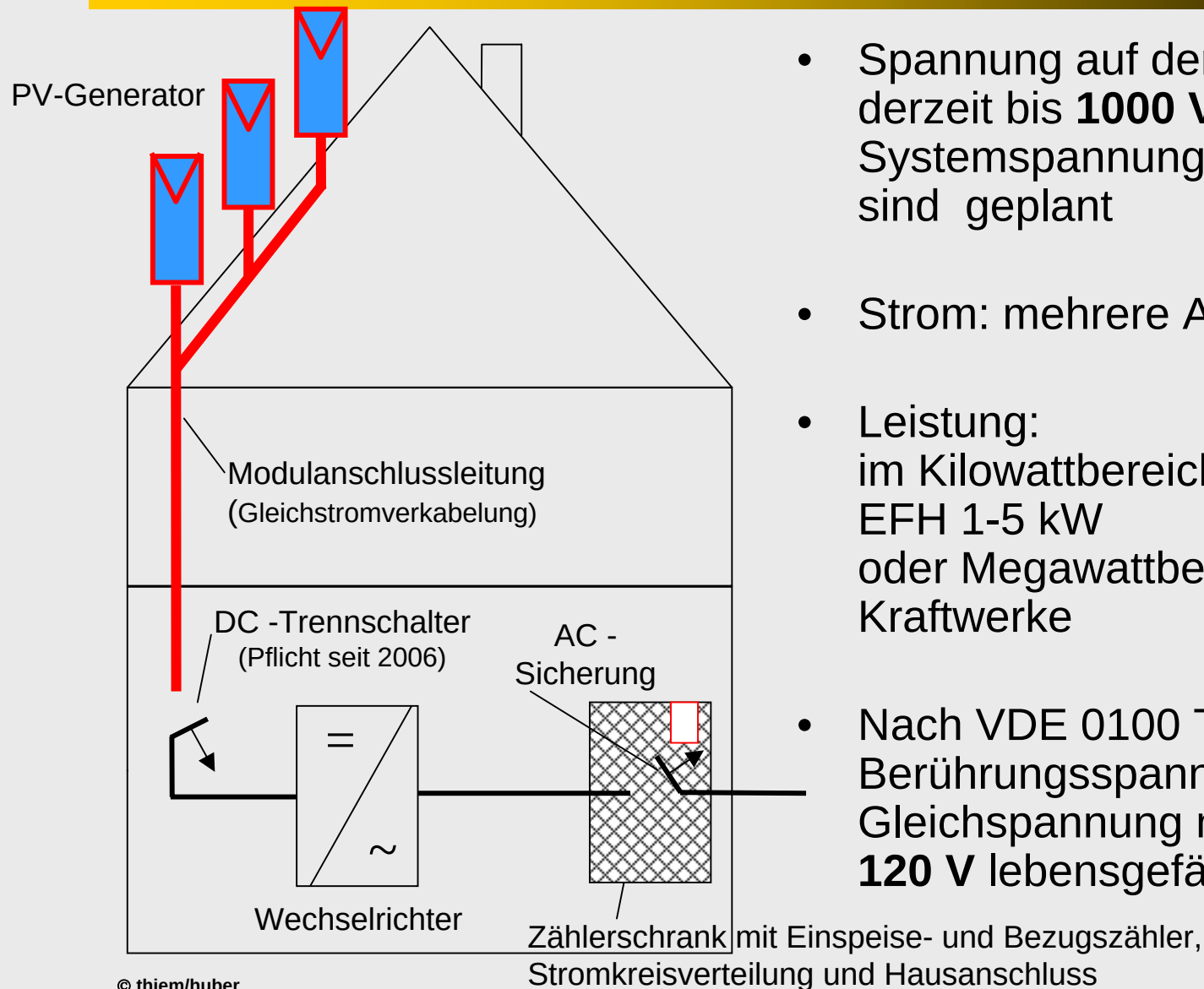
- Bestandteile der PV-Module:
 - Glas, Silizium, Kupfer-Indium-Diselenid (CIS), Cadmium-Tellurid (Cd-Te), Metalle, Gießharz, Ethylen, Vinyl Acetat, Silikon, versch. Kunststoffe, Folienverbünde, Metallrahmen zur Stabilität und zum Schutz der Glaskanten
- Wirkungsgrad:
 - Ertrag: 11-18% des eingestrahnten Sonnenlichts
- Klassifizierung nach DIN 4102, DIN EN 13501 :
 - ältere Modelle nicht geprüft; neuere Module sind in Baustoffklasse B2 eingeteilt (z.B. Shell Powermax, ...)
 - teilweise als harte Bedachung eingestuft

Aufgaben eines Wechselrichters



- Umwandlung der entstandenen Gleichspannung (DC) in Wechselspannung (AC)
- Übergabe AC-Stromes über den Einspeisezähler in das öffentliche Stromnetz (Netzeinspeisung)
- Steuerung (selbsttätiges Ein- und Ausschalten) und Ermittlung des optimalen Arbeitspunktes der PV-Module
- Überwachung bei Störungen (z. B. Ausfall des öffentlichen Stromnetzes und sekundenschnelle Abschaltung)

Aufbau einer PV-Anlage/Netzanschluss



© thiem/huber

- Spannung auf der DC Seite: derzeit bis **1000 Volt**; Systemspannungen bis 1500V sind geplant
- Strom: mehrere Ampere
- Leistung: im Kilowattbereich (kW) EFH 1-5 kW oder Megawattbereich (MW) Kraftwerke
- Nach VDE 0100 Teil 410 ist die Berührungsspannung bei (DC) Gleichspannung mit mehr als **120 V** lebensgefährlich

Gefahren für die Feuerwehreinsatzkräfte



Beim Brandeinsatz:

- Gefahr durch toxische Gase
- Gefahr durch herabfallende Teile
- Brandausbreitung unterhalb der PV-Anlage

Beim Brandeinsatz und Wasserschaden:

- Gefahr durch elektrischen Schlag

Gefahren durch toxische Gase



- Gefahren durch toxische Gase:
 - größtenteils Verbrennungsprodukte, wie bei einem Zimmerbrand
 - Gefährdungspotenzial wie bei Hausbränden
 - Ausbreitung über Lüftungsanlagen
- Maßnahmen
 - Umluftunabhängigen Atemschutz einsetzen
 - Lüftungsanlagen abschalten
 - Betroffene Bereiche räumen

Gefahr durch herabfallende Teile



- Gefahren:
 - keine Angaben über die Feuerwiderstandsdauer
 - keine Aussage über die daraus resultierende Gefährdung
 - Verbundglas kann durch Erhitzen bersten und Splitter meterweit fliegen
 - bisher kein Absturz ganzer Modulflächen, jedoch Abrutschen von geklemmten Modulen möglich
 - ansonsten, wie bei einem Gebäudebrand
- Maßnahmen
 - erhöhte Dachlast beachten
 - Trümmerschatten berücksichtigen
 - Gefahrenbereich absperren

Brandausbreitung unter der PV-Anlage



- Brandweiterleitung unterhalb der PV-Anlage
 - Brandausbreitung durch brennbare Materialien in den Modulen
- Unzugänglichkeit zur Brandstelle
 - Die Brandstelle ist durch den Überbau von Modulen nicht zugänglich
 - Kaminwirkung unter der Modulfläche
 - Dachintegrierte Systeme
 - Fassadensysteme

Gefahr durch elektrischen Schlag



- Gefahren:
 - Leitungen vom Modul zum Wechselrichter lassen sich nie komplett stromlos schalten
 - durch hohe Gleichspannung Gefahr eines Lichtbogens (Brandausbreitung, -entstehung)
 - Gefährdung durch herabhängende, unisolierte Kabel (Spannungen >120 V)
 - Neuanlagen mit Erdpotential
- Maßnahmen:
 - Die Zerstörung des PV-Moduls beseitigt die Gefahr nicht; frei liegende elektrische Leiter mit unbekannter Spannung!
 - Anlage „Lastfrei“ schalten (DC-Trennschalter, AC-Sicherungen)
 - Trennung der Module nur durch Elektrofachpersonal !!
Keine Anschlusskästen öffnen !! Lichtbogengefahr !!
 - Sicherheitsabstände beim Löschangriff nach VDE 0132 einhalten (Niederspannung: 1m / 5m; Hochspannung: 5m / 10m)

Strahlrohrabstand (DIN 14365-CM)



Strahlrohr	Niederspannung(N)	Hochspannung (H)
DIN 14365-CM	$\leq$ AC 1,0 kV $\leq$ DC 1,5 kV	$>$ AC 1,0 kV $>$ DC 1,5 kV
Sprühstrahl	1 m	5 m
Vollstrahl	5 m	10 m
Kurzzeichen	N-1-5	H-5-10

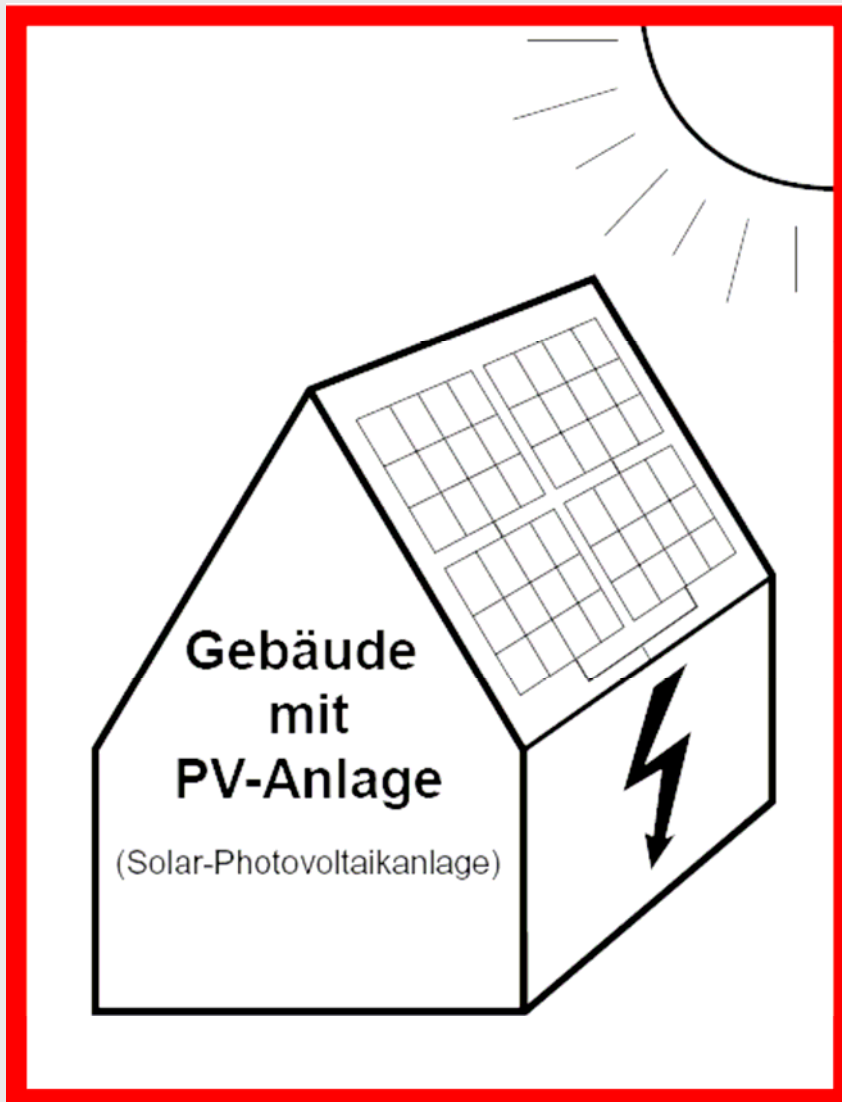
Quelle: VDE 0132 Brandbekämpfung an elektrischen Anlagen

Informationen für die Einsatzkräfte



- Kenntnis über Vorhandensein von PV-Anlagen;
Hinweise in Alarmschreiben und Feuerwehrpläne einfügen:
„Achtung PV-Anlage“ (Tabellen der Netzbetreiber verwenden)
- Kenntnisse über Aufbau und der Anlagentechnik
(Trennschalter, Wechselrichter, Übergabestation, ...)
- Feuerwehrpläne für große Anlagen / Ansprechpartner
- Anschlusskabel an Versorgungsnetze sind Privateigentum
(d.h. sie fallen nicht in die Zuständigkeit der Energieversorger)
- Kennzeichnungen beachten, sofern vorhanden
- Grundsätzliche Annahme: **„Anlage führt Spannung!“**

Beschilderung

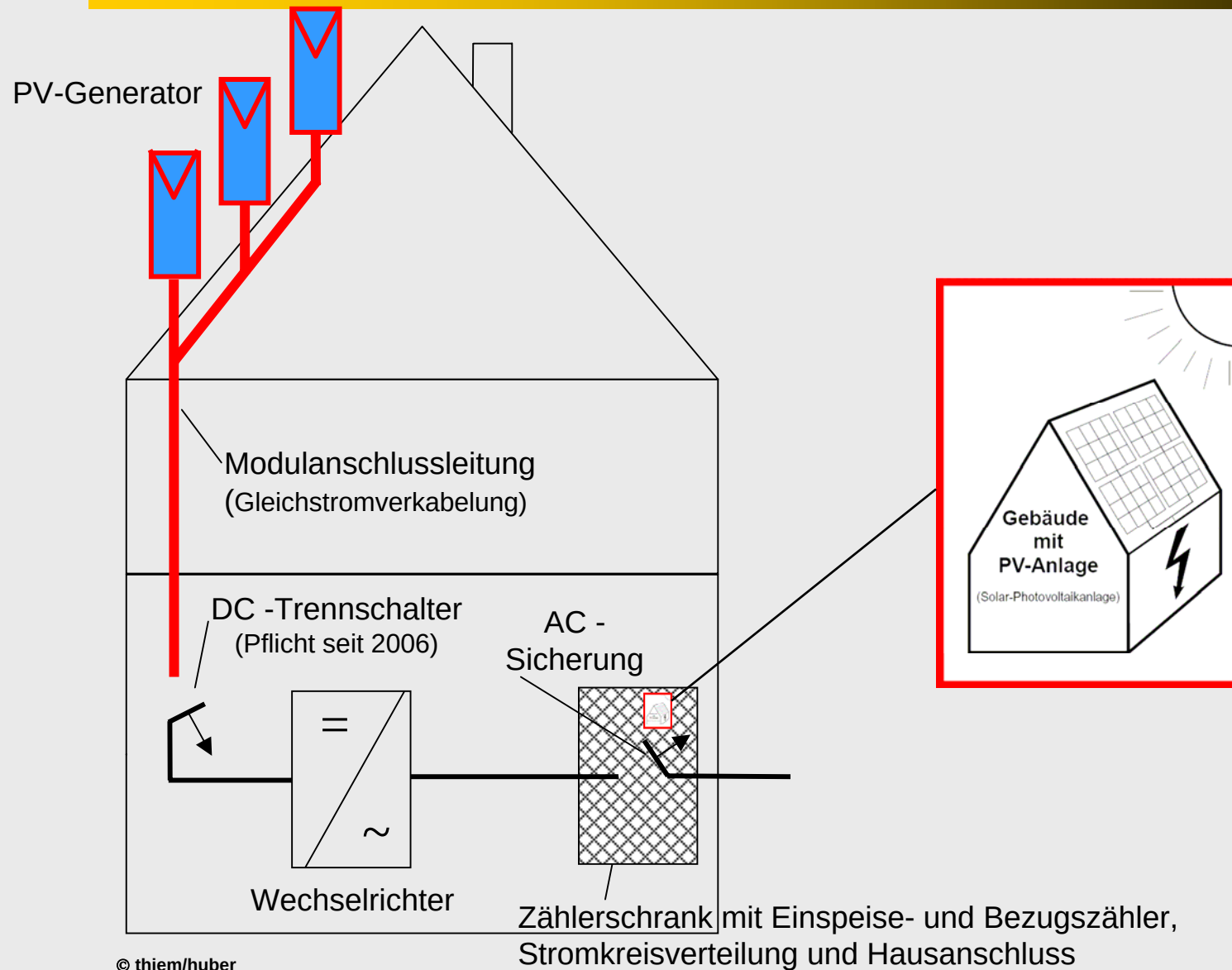


Dieses Hinweisschild wurde vom Arbeitskreis 221.1.4 der Deutschen Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, der sich mit der Thematik Photovoltaikanlagen befasst, zur Kennzeichnung von PV-Anlagen beschlossen.

Empfohlen, zur Anbringung an Stromkreisverteiler und/oder Schalt- oder Zählerschränken.

In Bayern wird die Umsetzung mit freundlicher Unterstützung der Versicherungskammer Bayern und eines Energieversorgers bereits durchgeführt.

Anbringen des Hinweisschildes



Versuche zum Spannungsfreischalten im Einsatzfall



- Versuche der BF Hamburg
Abdecken mit Folien
Fazit:
Ein Abdecken mit Folien oder Einschäumen der
Module auf Dächern ist in der Regel nicht praktikabel
bzw. zielführend,
aber u.U. bei Freilandanlagen sinnvoll und möglich
- Versuche der BF München
Abdecken mit Schaum

Versuchsaufbau



- ein PV-Modul mit Markierungen
- Voltmeter
- Vorrichtung zum Einstellen verschiedener Anstellwinkel (5°, 30°, 60°)



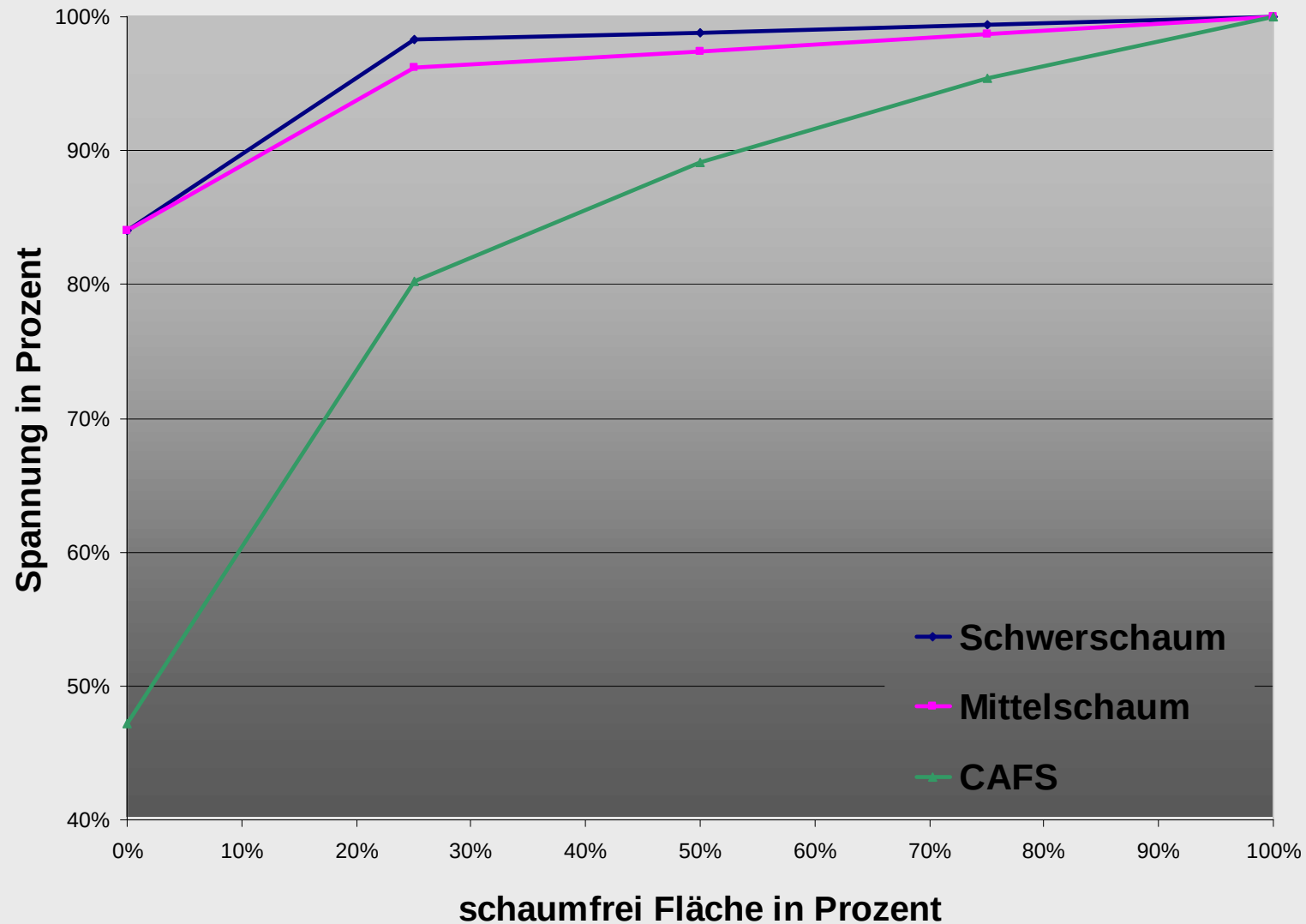
Versuchsverlauf



- Einschäumen der PV-Module mit
 - Schwerschaum (Mehrbereichschaum)
 - Mittelschaum (Mehrbereichschaum)
 - CAFS (Class A-Foam)
- Messen des Spannungsabfalls und der Dicke des Schaumteppichs

Ergebnisse bei 60° Neigung

prozentuale Spannung über offener Fläche



Zusammenfassung



- Bestes Ergebnis:
CAFS bei 60° Neigung
 - **Spannungsreduktion auf 47%**
- maximale Zeitdauer bis Spannung wieder 100% erreicht:
 - **max. 5 Minuten**
- Fazit:
 - als Möglichkeit zur „**Freischaltung**“ von PV-Anlagen **nicht geeignet**

Geschlossene Dachfläche



Bauliche Lösung



Ziele und Wünsche



- Kennzeichnung von Anlagen und Leitungswegen
- Abschaltmöglichkeiten schaffen - Intelligente Module
Koppelung mit Brandmeldeanlagen?
- Bauordnung, VdS -Richtlinien, ... Beachten
„Über Brandwände dürfen keine brennbaren Stoffe
hinweggeführt werden“ (Quelle: Bayerische Bauordnung)
- Anlagenflächen auf Dächern unterteilen,
dabei Brandabschnitte beachten (s.o. „Brandwände“)

Ziele und Wünsche



- Auf dem Dach „Flächen“ für die Einsatzkräfte der Feuerwehr schaffen, um Arbeiten zu ermöglichen
- Einwandfreie Ausführung der Anlagen
(Klemmen fest anziehen, Wechselrichter auf nichtbrennbaren Baustoffen montieren, Öffnungen in Brandwänden vorschriftsmäßig verschließen, ...)
- Blitzschutz nach den gültigen Normen

Sicherheitselement 1



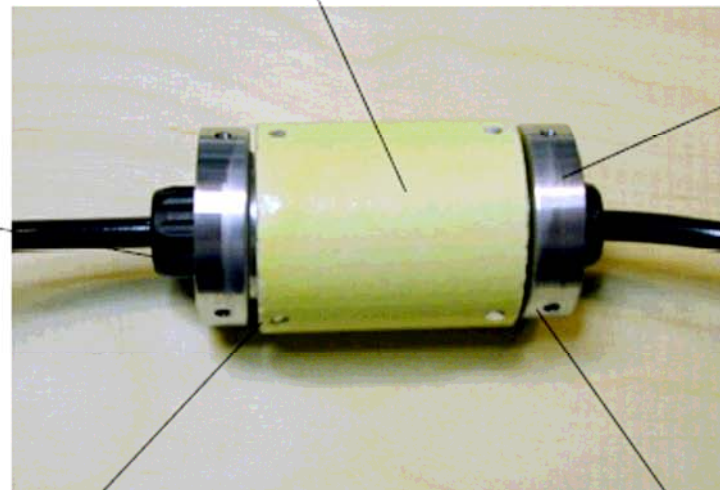
Das Produkt:

Beliebige Standard-Solar- Steckverbindung mit Kabel, Stecker und Kupplung sind frei trennbar gestaltet

Keramikzylinder mit innenliegender Feder



Klemmring für Solar-Stecker und -kupplung



Bohrungen mit Schmelzsicherungsstift

3 x Klemmschrauben

Sicherheitselement 2



Die Funktion:

Durch extreme Hitze im Brandfall (ab ca. 250°C, flexibel gestaltbar) schmelzen die Sicherungsstifte, und die sich entspannende Feder trennt die Solar-Steckverbindung ruckartig auf, sodass kaum ein Lichtbogen entsteht.

Alternativ:

Durch mechanische Einwirkung (Schlag mit Axt oder Hammer) wird das Keramikrohr zerstört, die Federkraft trennt schnell und sicher die Steckverbindung auf.



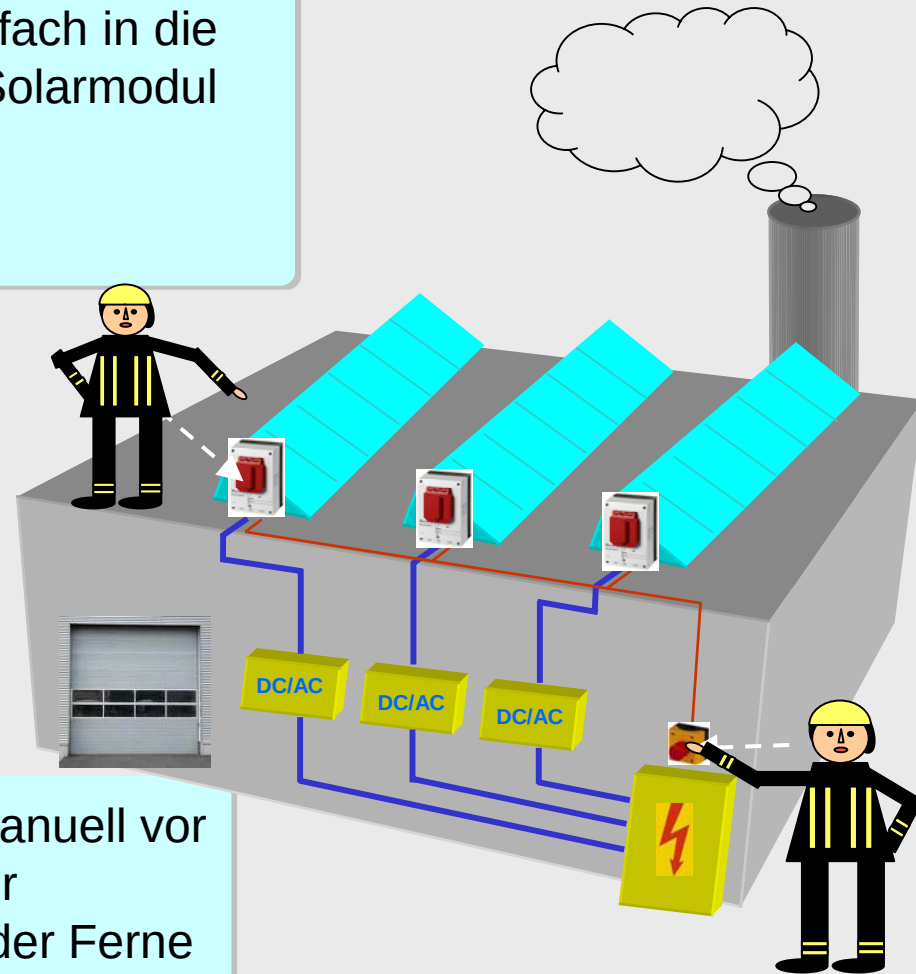
Feuerwehrscharter für PV-Anlagen



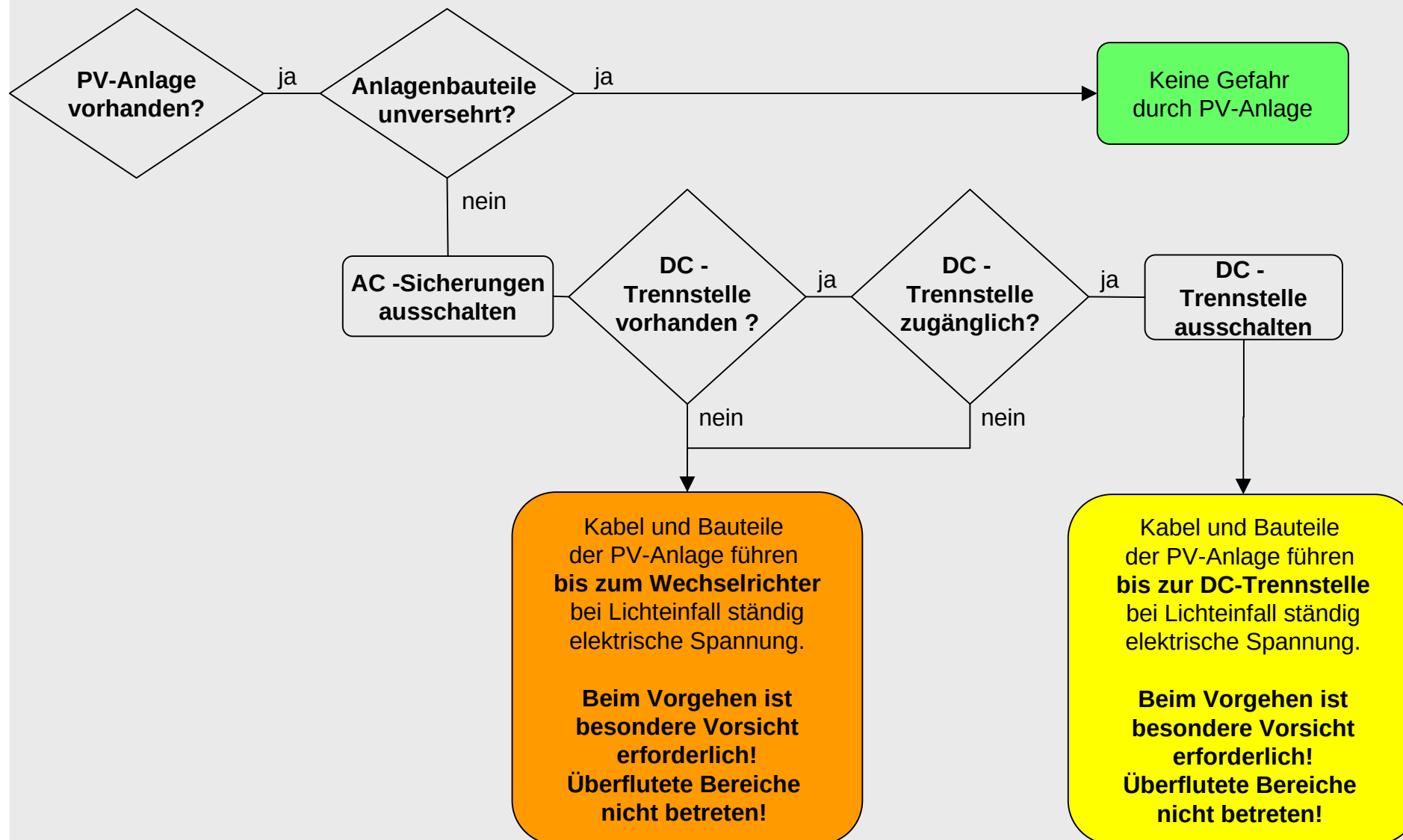
Der Feuerwehrscharter wird einfach in die Gleichstromleitung zwischen Solarmodul und Wechselrichter eingefügt

Anbringung in unmittelbarer Modulnähe

Feuerwehrscharter werden z.B. manuell vor Ort oder mittels Arbeitsstrom- oder Unterspannungsauslöser, ... aus der Ferne betätigt



Vorgehen im Einsatzfall



Informationsbroschüre



Präsentation und Infolyer

Photovoltaik

„Gefahr im Feuerwehreinsatz“

unter

www.feuerwehr.muenchen.de

im Bereich

[Ausbildung / Download](#)

und

Merkblatt für die Feuerwehren Bayerns 5.07

„Fotovoltaikanlagen“

Staatliche Feuerweherschule Würzburg

weitere Veröffentlichungen:

brandwacht 5/04 und 2/05;

brandwacht Winterschulung 2004/20005

brandschutz 2/06