



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 z.A.
BF München

Übersicht



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

Geschichte der Photovoltaik

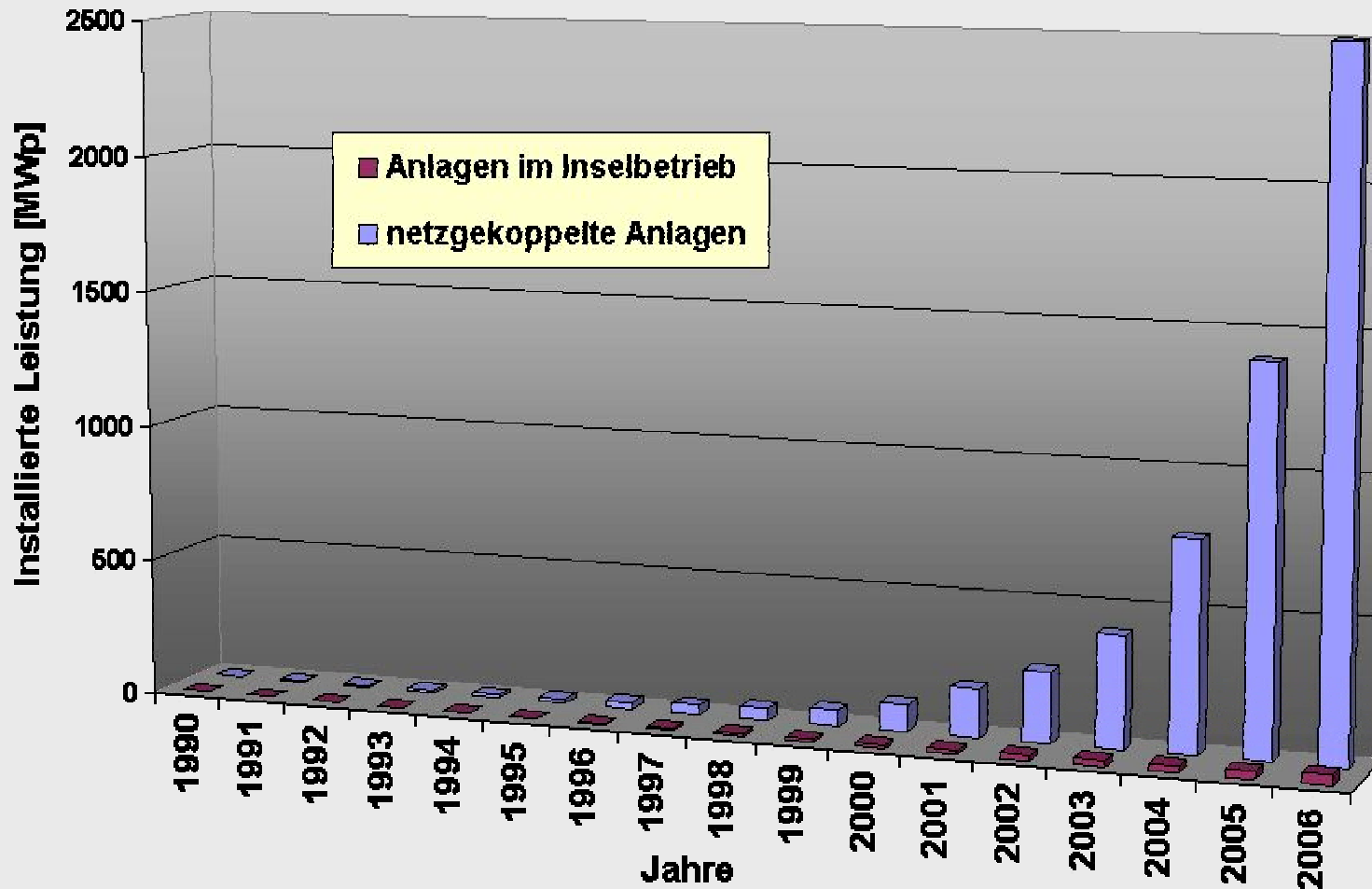


- Photovoltaik ist die Umwandlung von **Strahlungsenergie** in **elektrische Energie** und ist seit 1958 im Einsatz (zunächst in Satelliten)
- Der **photoelektrische Effekt** wurde bereits **1839** von Alexandre Becquerel entdeckt
- Beginn der Entwicklung durch Nachfragen aus der **Raumfahrt** in den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

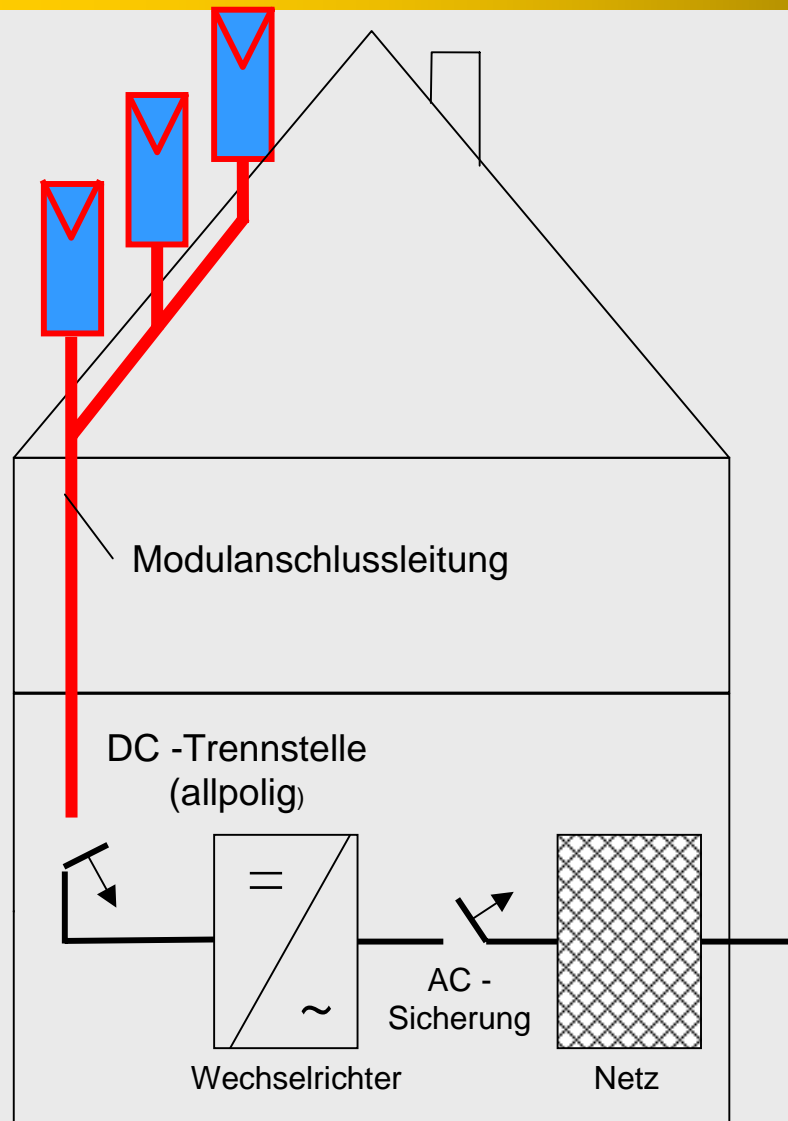
Entwicklung der letzten Jahre



PV-Anlagen in Deutschland



Aufbau einer PV-Anlage

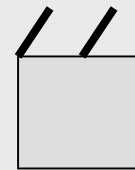
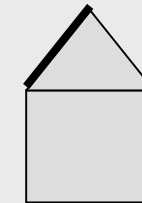


- Spannung auf der DC Seite: derzeit bis **1000 Volt**; Entwicklung von höheren Systemspannungen ist geplant (1500 Volt)
- Strom: mehrere Ampere
- DC-Trennstelle: ist in die DIN aufgenommen
- Leistung: im Kilowattbereich (kW) EFH 1-5 kW oder Megawattbereich (MW) Kraftwerke

Montagearten



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



Aufbau der Module



- Bestandteile der PV-Module:
Glas, Silizium, Metalle, Gießharz, Ethylen, Vinyl Acetat, Silikon, versch. Kunststoffe, Folienverbände
- weder Klassifizierung in eine Bauteilklasse noch in eine Feuerwiderstandsklasse
 - keine Angaben über die Brennbarkeit
 - keine Angaben über den Brandverlauf

Gefahren für die Feuerwehreinsatzkräfte



Beim Brandeinsatz:

- Gefahr durch toxische Gase
- Gefahr durch herabfallende Teile

Beim Brandeinsatz und Wasserschaden:

- Gefahr durch elektrischen Schlag

Gefahren durch toxische Gase



- Gefahren durch toxische Gase:
 - größtenteils Giftstoffe, wie bei einem „normalen Zimmerbrand“
 - überwiegend entsteht Kohlenmonoxid
 - 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 Module, jedoch Abrutschen von geklemmten Modulen möglich
 - ansonsten wie bei „normalen Hausbrand“
- Maßnahmen
 - erhöhte Dachlast beachten
 - Trümmerschatten berücksichtigen
 - Gefahrenbereich absperren

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
 - Mittlerweile Neuanlagen mit Erdpotential an den Modulen
- Maßnahmen:
 - Die Zerstörung des PV-Moduls beseitigt die Gefahr nicht; frei liegende elektrische Leiter mit unbekannter Spannung!
 - Trennung der Module nur durch Fachpersonal !!
Keine Anschlusskästen öffnen !!
 - Sicherheitsabstände nach VDE 0132 einhalten
(Niederspannung: 1m / 5m; Hochspannung: 5m / 10m)

Informationen für die Einsatzkräfte



- Kenntnis über Vorhandensein von PV-Anlagen
- Kenntnisse über deren Aufstellorte, Aufbau und der Anlagentechnik (Sicherungen, WR, ...)
- Einsatzpläne für große Anlagen
- Ansprechpartner
- Kennzeichnungen beachten
- Grundsätzliche Annahme: **„Anlage führt Spannung!“**

„Neue Messe München“



Kennzeichnung Zugangstüre



Sicherheitshinweis am Schaltschrank

Kennzeichnung der Anlagen



- Hamburger Modell
- Münchener Modell



Solarstrom



Gefahr

Vorsicht

**Rückspannung liegt
auch
bei ausgeschaltetem
Gerät an**

Öffnen und bedienen durch Unbefugte
verboten

Versuche zum Spannungsfreischalten im Einsatzfall



- Abdecken mit Folien oder Einschäumen der Module ist nicht praktikabel bzw. zielführend
- Versuche der BF Hamburg
Abdecken mit Folien
- Versuche der BF München
Abdecken mit Schaum

Versuchsaufbau



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



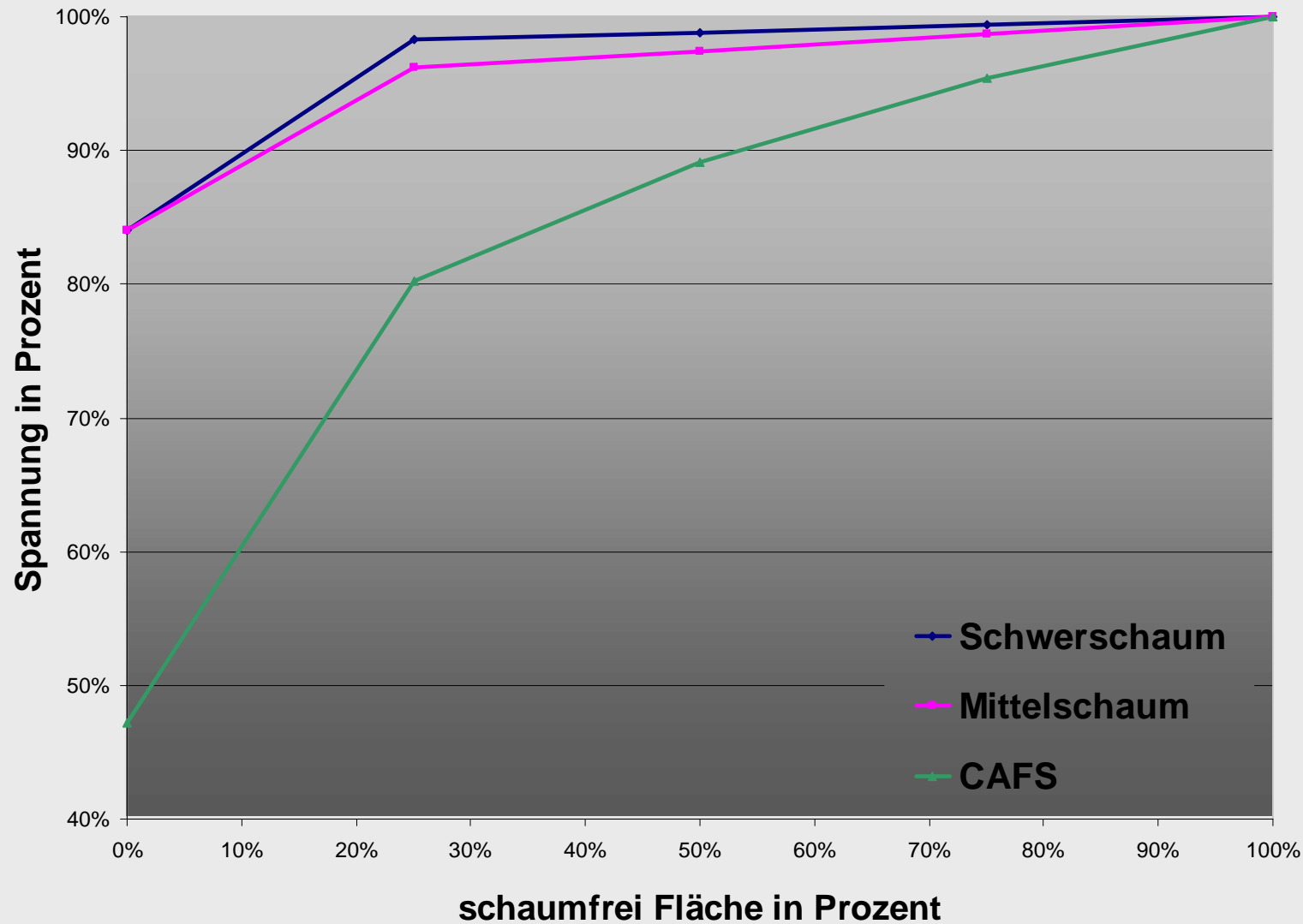
Versuchsverlauf



- 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



Was können wir tun?



- Kennzeichnung von Anlagen
- Abschaltmöglichkeiten schaffen ???
- Anlagenflächen auf Dächern unterteilen, dabei Brandabschnitte beachten
- Bauordnung, VdS -Richtlinien, ... beachten
- Einwandfreie Ausführung der Klemmverbindung
- Gekennzeichnete Leitungsverlegung
- Getrennte Leitungsverlegung von + und -

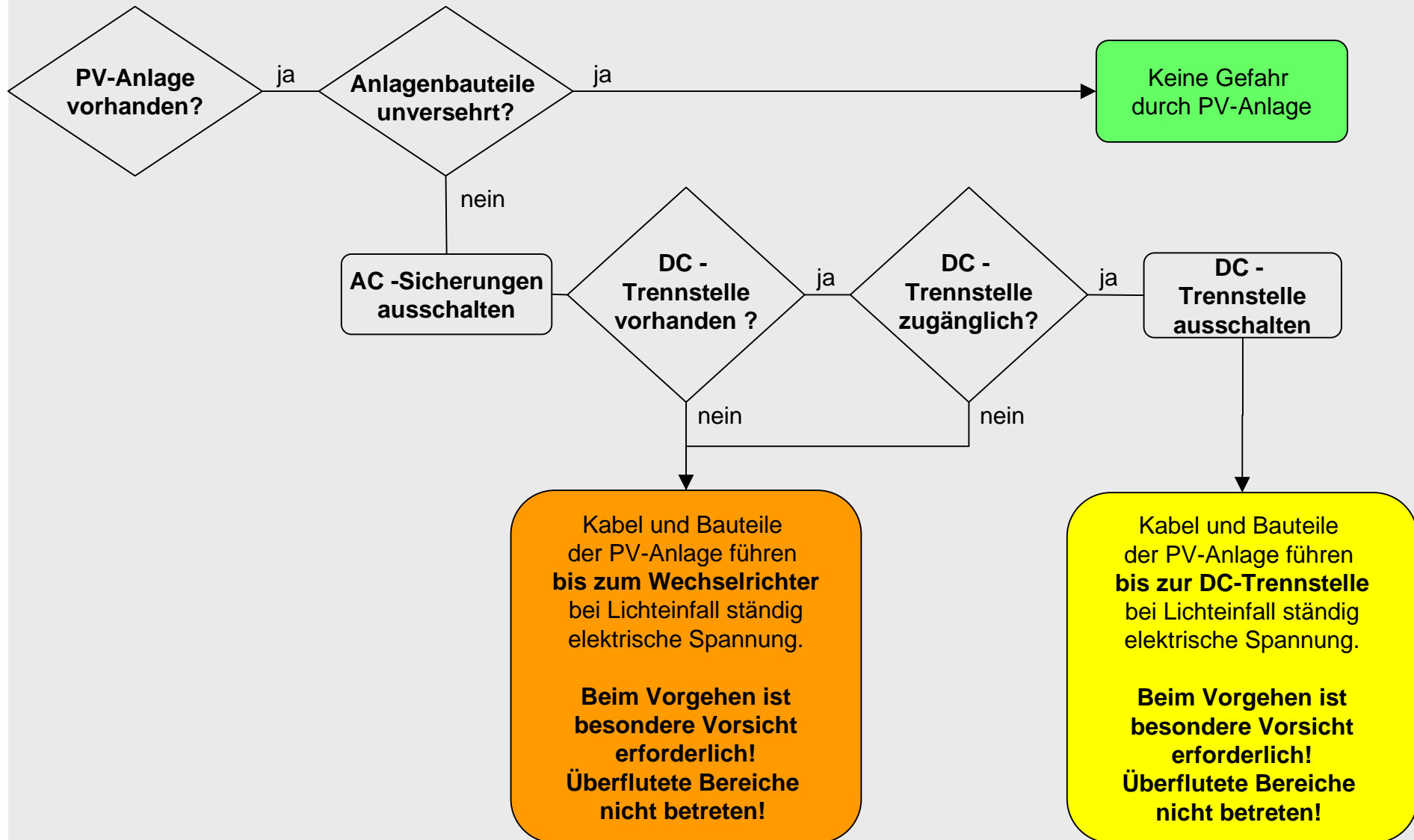
Mustereinsatzplan für Kleinanlagen



Muster Gerhard

Gefahr	
Größe der Anlage (Kw)	Im Ausbau, ca 70 KW
Bild der Anlage	Kabelweg (Bild)
	
Kabelweg verbale Beschreibung	1 m vom Dach zum Verteilerkasten (Wechselrichter)
Anzahl Wechselrichter	Im Ausbau 10
Art des Systemkonzepts	Stringwechselrichter
Einbauort des Wechselrichters	Direkt unter dem Dach, gekühlt über eigenes Kühlsystem
Position der Wechselrichter im Haus	Wechselrichter (Bild)
	
Zu erwartende Spannung	Gleichstrom bis zu 1000 V
Hochwassergefahr	nein
Einbauhöhe des Wechselrichters, falls Hochwassergefahr besteht	/
Batteriepufferung (Ja/Nein), falls vorhanden Ort + Bild	nein

Vorgehen im Einsatzfall



Informationsbroschüre



Infobroschüre über

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