Landeshauptstadt
München
Kreisverwaltungsreferat

Hauptabteilung IV, Branddirektion
Einsatzvorbereitung

BERUFSFEUERWEHR MÜNCHEN

Photovoltaik

Informationen für Einsatzkräfte

Erstellt von

Horst Thiem
Brandamtsrat
BF München

Dipl.-Ing. Josef Huber
Brandrat
SFS Geretsried

Übersicht

- Allgemeines und Aufbau der Anlagen
- Gefahren für Einsatzkräfte
- Einsatzdurchführung
- Beschäumungsversuch der BF München
- Beispiele und Quellen

© thiem/huber

Elektrounfälle

Im Falle von Schäden an PV-Anlagen sind für das Vorgehen folgende Regeln anzuwenden:

DIN VDE 0132
„Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung an elektrischen Anlagen“

GUV-I 8677
„Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle“

Begriffserklärung: AC = Wechselspannung, DC = Gleichspannung

© thiem/huber

Sonnenergie - Nutzungsformen

- **Solarthermie: Wärme von der Sonne**
- **PV-Anlage: Strom von der Sonne**
- netzgekoppelte PV-Anlagen (Einspeisung des erzeugten Stromes in die Netze der Stromversorger)
- netzferne PV-Anlagen (Inselbetrieb). Sie arbeiten mit Akkumulatoren. (Häufigkeit: < 1%)

© thiem/huber

Inselanlagen

Sind nicht mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden !

© thiem/huber

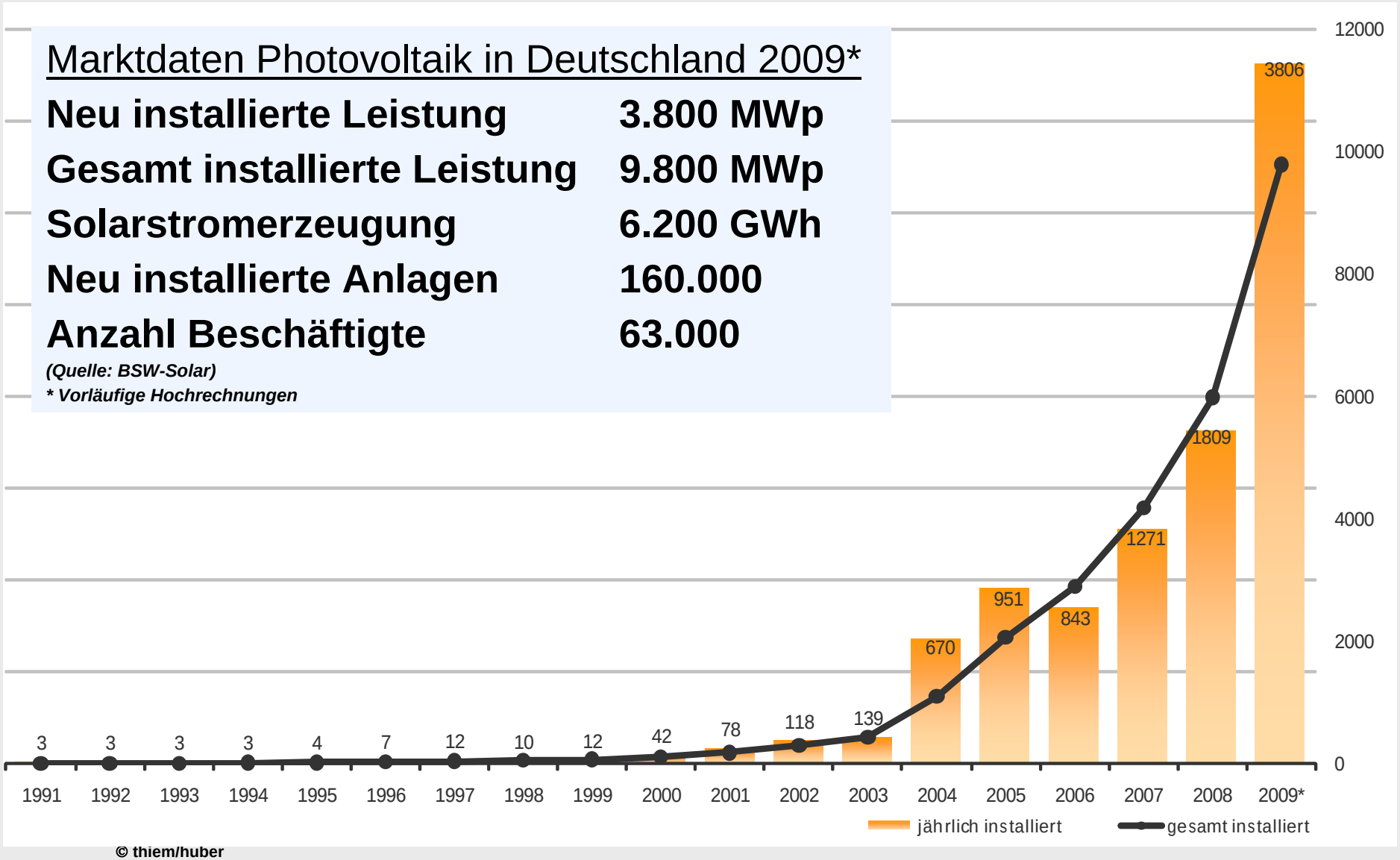
Entwicklung der letzten Jahre

Marktdaten Photovoltaik in Deutschland 2009*

Neu installierte Leistung	**3.800 MWp**
Gesamt installierte Leistung	**9.800 MWp**
Solarstromerzeugung	**6.200 GWh**
Neu installierte Anlagen	**160.000**
Anzahl Beschäftigte	**63.000**

(Quelle: BSW-Solar)

**** Vorläufige Hochrechnungen***



© thiem/huber

Elemente einer PV-Anlage

- Module
  - Energieerzeugung durch einfallendes Licht
- Gleichstromleitungen
  - einadrig, doppelt isoliert (rt, sw, bl)
- Generatoranschlusskästen
  - zusammenführen mehrerer Leitungen
- Wechselrichter mit DC-Freischalter
  - Steuerung und Überwachung der Anlage
  - Einspeisung der elektrischen Energie über den Einspeisezähler in das Stromnetz

© thiem/huber

Aufbau der Module

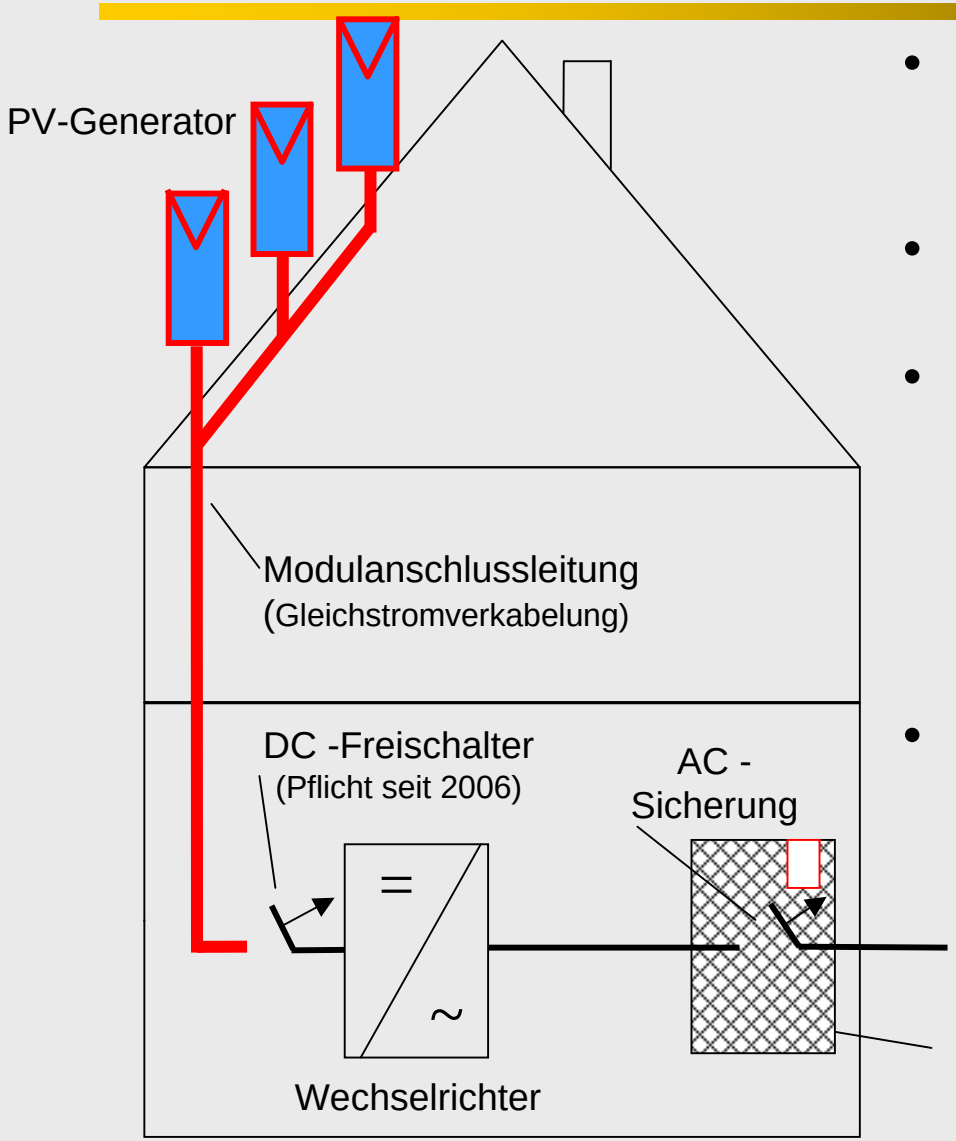
- Bestandteile der PV-Module:
  - Glas (Front-, evtl. Rückseite), Silizium (Zellen), Schwermetalle (Zellen, Lötstellen), Kunststoffe Isolierfolien, Einbettung, Vergussmassen, teilweise mit Metallrahmen zur Stabilität und zum Schutz der Glaskanten

- Wirkungsgrad:
  - ca. 11-18% des eingestrahlten Sonnenlichts

- Klassifizierung nach DIN 4102, DIN EN 13501 :
  - einige Module sind in Baustoffklasse B2 eingeteilt
  - teilweise als harte Bedachung eingestuft

© thiem/huber

Aufbau einer PV-Anlage/Netzanschluss



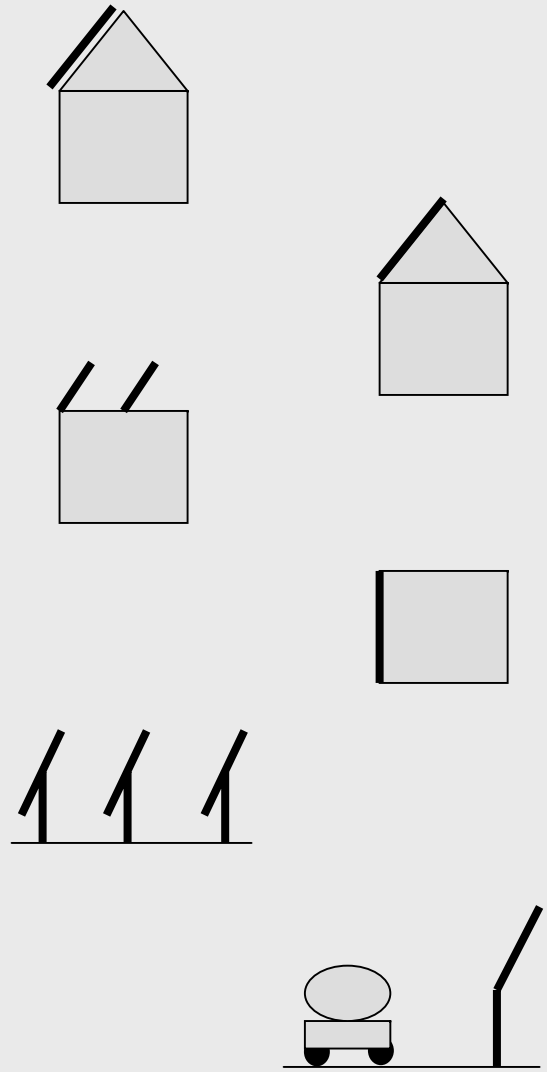
- Spannung auf der DC Seite: derzeit bis **1000 Volt**;
- Strom: mehrere Ampere
- Leistung:
  im Kilowattbereich EFH bis 10 kW,
  Gewerbe mehrere 100 kW
  oder Megawattbereich (MW)
  Kraftwerke (= Freiflächenanlage)
- Nach VDE 0100 Teil 410 ist die Berührungsspannung bei Gleichspannung mit mehr als **120 V** lebensgefährlich

Zählerschrank mit Einspeise- und Bezugszähler, Stromkreisverteilung und Hausanschluss

© thiem/huber

Montagearten

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



© thiem/huber

Gefahrenschema Feuerwehr

Welche Gefahren sind erkannt?									
Gefahren durch / für	Atemgifte	Angstreaktion	Ausbreitung	Atomare Strahlung	Chemische Stoffe	Erkrankung/ Verletzung	Explosion	Elektrizität	Einsturz
	A	A	A	A	C	E	E	E	E
Welche Gefahren müssen bekämpft werden?									
Menschen	X		X					X	X
Tiere	X		X					X	X
Umwelt	X		X						
Sachwerte			X						
Vor welchen Gefahren müssen sich Einsatzkräfte schützen?									
Mannschaft	X							X	X
Gerät									X

© thiem/huber

Gefahren für die Feuerwehreinsatzkräfte

Beim Brandeinsatz:

- Gefahr durch Atemgifte
- Gefahr durch herabfallende Teile
- Gefahr der Ausbreitung

Beim Brandeinsatz und Wasserschaden:

- Gefahr durch elektrischen Schlag

© thiem/huber

Gefahren durch Atemgifte

- Gefahren durch Atemgifte:
  - größtenteils Verbrennungsprodukte, wie bei einem Zimmerbrand/Gebäudebrand
  - Gefährdungspotenzial wie bei Gebäudebränden
  - Ausbreitung über Lüftungsanlagen

- Schutzmaßnahmen
  - Umluftunabhängigen Atemschutz einsetzen
  - Lüftungsanlagen abschalten
  - Personenrettung / Betroffene Bereiche räumen

© thiem/huber

Gefahr durch herabfallende Teile

- Gefahren:
  - Herabfallen von Teilen wie bei einem Gebäudebrand
  - Verbundglas kann durch Erhitzen und / oder durch auftreffendes Löschwasser bersten und in Teilen herumfliegen
  - Erfahrungen und Versuche zeigen, dass Teile der Module nach Abbrand der darunter liegenden Dachkonstruktion durch den Brand beschädigt werden und nach innen fallen;
  - die Tragkonstruktionen bleiben sehr lange bestehen

- Schutzmaßnahmen
  - Beim Innenangriff erhöhte Dachlast beachten
  - Trümmerschatten berücksichtigen
  - Gefahrenbereich absperren

© thiem/huber

Gefahr der Ausbreitung

- Gefahren:
  - Kamineffekt bei Aufdach- und Fassadenanlagen
  - Weitgehend geschlossene Modulflächen können zur Behinderung der Arbeiten führen
    - falls das Dach betreten werden muss
    - die Öffnung der Dachhaut erforderlich sein sollte
  - Ausbreitungsgefahr, falls Brandabschnitte vorschriftswidrig durch brennbare Modulteile überbaut werden
  - Brandgefahr durch Lichtbogen bei beschädigten Anlagen

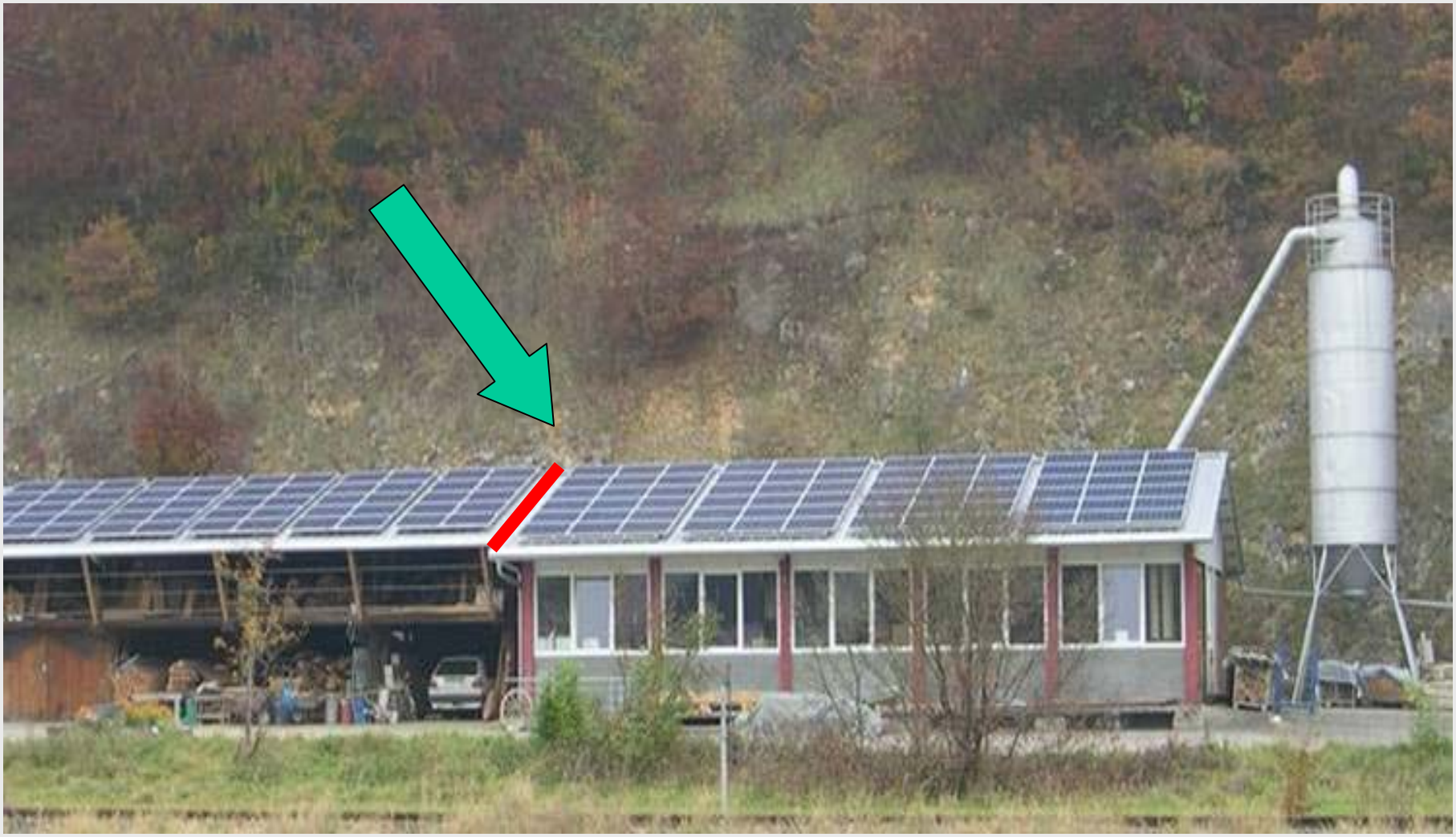
- Schutzmaßnahmen:
  - Bauvorschriften beachten; Brandabschnitte; Flucht- und Rettungswege freihalten
  - Mögliche Brandausbreitung beobachten z.B. Wärmebildkamera
  - Möglichen Lichtbogen sichern und Fachkraft hinzuziehen

© thiem/huber

Geschlossene Dachfläche

© thiem/huber

Bauliche Lösung



© thiem/huber

Gefahr durch elektrischen Schlag

- Die maximale Berührungsspannung von 120 V DC ist bei PV-Anlagen i.d.R. weit überschritten
- Die Leitungen vom Modul zum Wechselrichter lassen sich derzeit nicht komplett spannungsfrei schalten
- Unsachgemäßes Trennen von Leitungen und Steckverbindern, Isolationsschäden oder Leitungsunterbrechungen können zu einem Lichtbogen führen (Brandentstehung , -ausbreitung, Sekundärunfälle)

- Mond- und Kunstlicht stellen nach Stand der Untersuchungen keine Gefahr gefährlicher Spannungen/Ströme dar

Quelle: - Untersuchung der „Berner Fachhochschule (BFH), in Burgdorf (www.pvtest.ch), dort zu finden unter „Publikationen“ lfd. Nr.147 und 149.
- Untersuchung der „transenergie“ (www.transenergie.fr)

© thiem/huber

Schutz gegen elektrischen Schlag

- Verhalten gemäß DIN VDE 0132 und GUV-I 8677
- 1 m Abstand zu spannungsführenden Teilen einhalten, auch zu benachbarten metallischen Konstruktionen, sofern diese mit unter Spannung stehenden Anlagenteilen in Berührung stehen; sichern durch absperren!
- Module nicht zerstören; Gefahr frei liegender elektrischer Leiter mit unbekannter Spannung!
- Trennung der Module und Leitungen nur durch Elektrofachpersonal! Es besteht Lichtbogengefahr!
- Modulflächen nicht betreten
- Gefahren durch Wasser an beschädigten Anlagen beachten
- Anwendung von Löschmitteln gemäß DIN VDE 0132

© thiem/huber

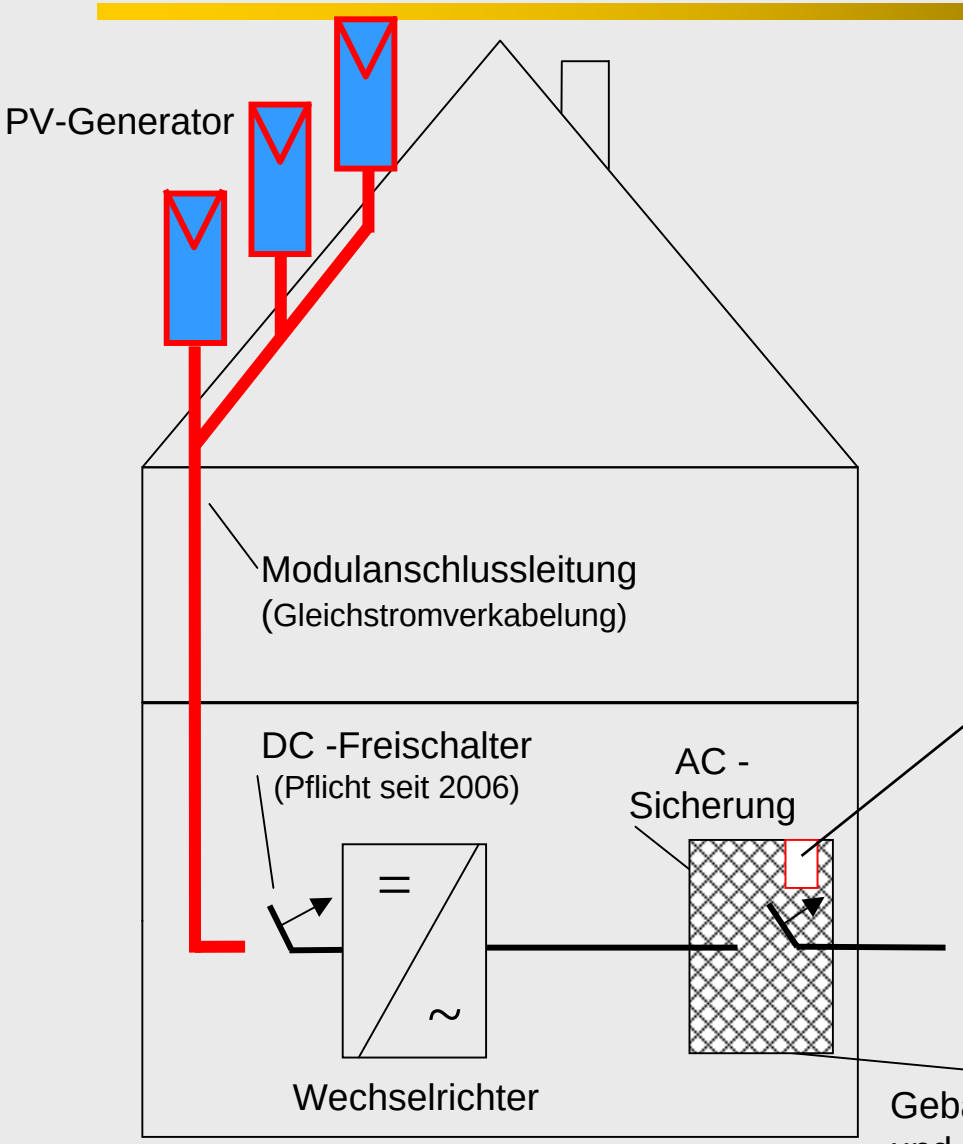
Strahlrohrabstand (DIN 14365-CM)

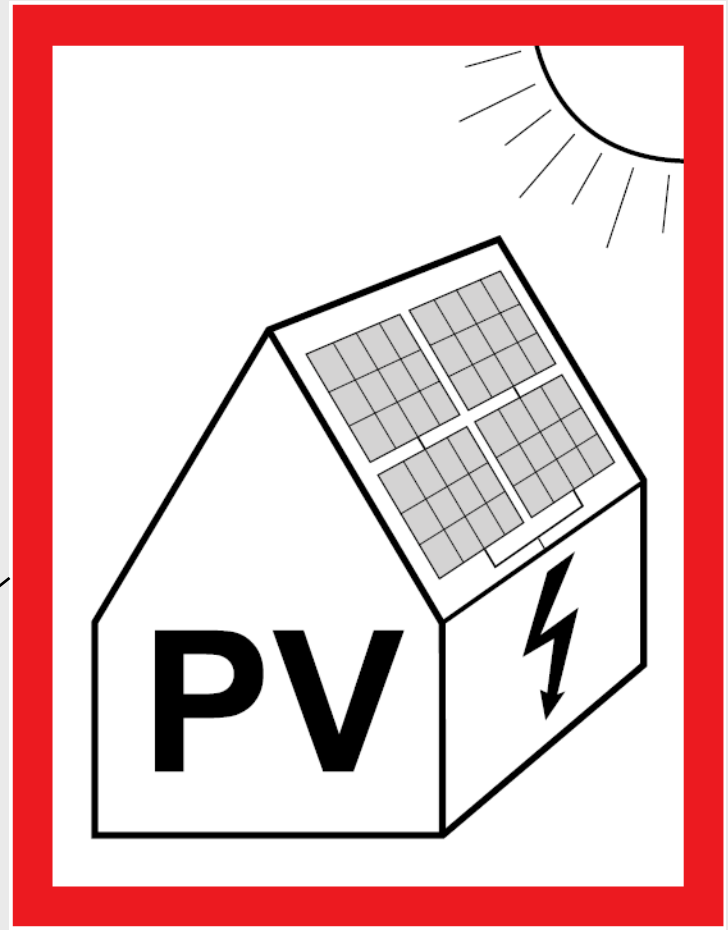
Strahlrohr	Niederspannung (N)	Hochspannung (H)
DIN 14365-CM	≤ AC 1,0 kV	> AC 1,0 kV
	≤ DC 1,5 kV	> DC 1,5 kV
Sprühstrahl	1 m	5 m
Vollstrahl	5 m	10 m
Kurzzeichen	N-1-5	H-5-10

Quelle: DIN VDE 0132 Brandbekämpfung an elektrischen Anlagen

© thiem/huber

Hinweisschild





Gebäudehauptverteilung mit Einspeise- und Bezugszähler, und Hausanschluss

© thiem/huber

Schalthandlungen, wer darf was?

Wer darf Schalthandlungen durchführen?					
	Schaltvorgänge an hausinstallations-typischen Geräten	Sonstige Schalthandlungen	Öffnen von Steckverbindungen	Spannungsfreiheit feststellen	PV-Anlage in sicheren Zustand bringen
Elektrofachkraft	X	X	X	X	X
Elektrotechnisch unterwiesene Person (DIN VDE 0105-100)	X			X	
Feuerwehreinsatzkraft	X				

© thiem/huber

Einsatzvorbereitung 1

- Kenntnis über Vorhandensein von PV-Anlagen
  - aktuelle Datenversorgung zu bestehenden Anlagen für den Ausrückebereich im Einsatzleitrechner und Alarmschreiben
  - Hinweis **„Achtung PV-Anlage“** (Tabellen der Netzbetreiber nützen)

- Wie erkennt man PV-Anlagen?
  (Alarmschreiben, Erkundung vor Ort, Kennzeichnungen beachten)

- Kontakt mit Errichtern und Betreibern; Rufnummern

- Schulung der Einsatzkräfte (z. B. Anlagenbesichtigung)
  Gibt es Elektrofachpersonal in den eigenen Reihen?

© thiem/huber

Einsatzvorbereitung 2

- Welche Ausrüstung für Einsätze an elektrischen Anlagen ist vorhanden?
  Ist diese für zu erwartende Aufgaben geeignet?

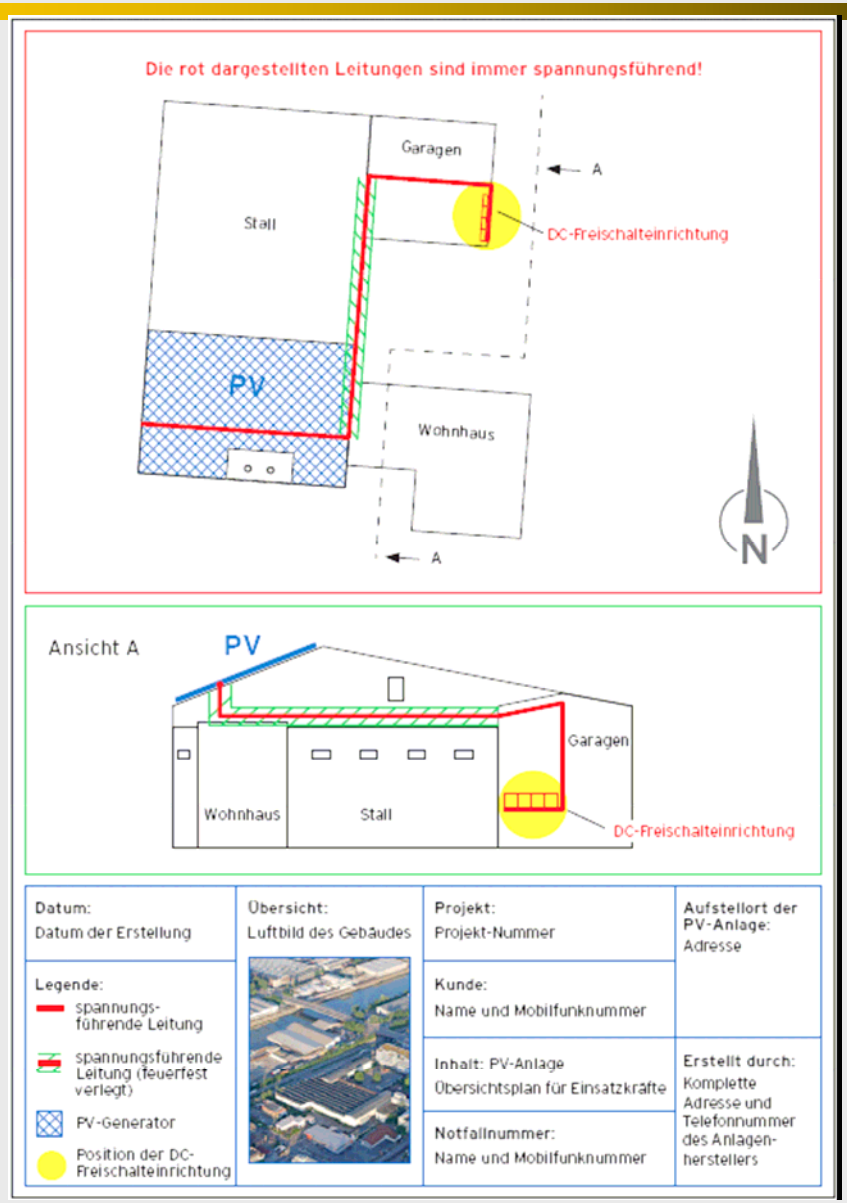
- Anschlusskabel an Versorgungsnetze sind Privateigentum
  (d.h. sie fallen nicht in die Zuständigkeit der Energieversorger)

- vorhandene Feuerwehrpläne überarbeiten/anpassen

- Übersichtspläne helfen der Feuerwehr (Muster) und Anlagenpläne den Fachkräften

© thiem/huber

Übersichtsplan für die Feuerwehr



© thiem/huber

Einsatzdurchführung

- Überblick über die Anlage verschaffen:
  - Ist die Anlage oder sind Teile der Anlage betroffen?
    Welche Komponenten sind beschädigt - Schäden liegen vor?
    Wo befinden sich die Module/Leitungen/Wechselrichter?
    Wo sind die AC Sicherungen bzw. ist die DC Trennstelle?

- Einsatzkräfte auf die erkannten Gefahren hinweisen
  - wechselseitige Kommunikation zwischen Führung - Mannschaft

- Gefährdungsbereiche absperren
  - DC Trennstelle betätigen; je nach Lage und Vorhandensein, spannungsführende Teile beachten; Abstand, ...
  - Anwendung von Löschmitteln gemäß DIN VDE 0132

© thiem/huber

Beendigung des Einsatzes

- Die Einsatzstelle nur im gesicherten Zustand verlassen
- Bei Bedarf vor Verlassen die Spannungsfreiheit durch Fachfirma herstellen lassen
- Die Einsatzstelle an die zuständige Person (Betreiber oder beauftragte Person) übergeben

- PV-Anlagenteile sind auf Grund eines Brandereignisses wie Brandschutt zu behandeln;
- Recycling von beschädigten PV-Modulen können über das Rücknahmesystem PV-Cycle (www.pvcycle.org) erfragt werden

© thiem/huber

Versuche zum Spannungsfreischalten im Einsatzfall

- Ein Abdecken oder Abdunkeln der Module mit Folien, auf Dächern, ist in der Regel nicht praktikabel bzw. zielführend, aber u.U. bei Freilandanlagen möglich und sinnvoll

- Abdecken mit Schaum

- Versuchsaufbau:
  - ein PV-Modul mit Markierungen
  - Voltmeter
  - Vorrichtung zum Einstellen verschiedener Winkel

© thiem/huber

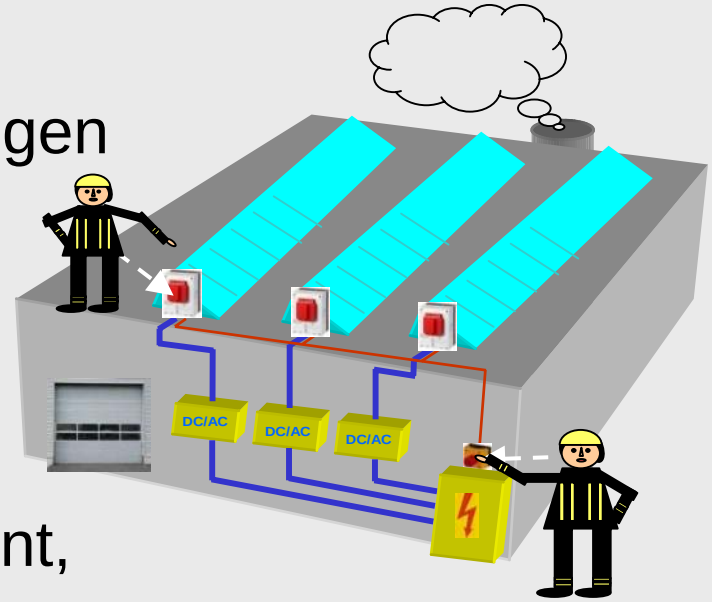
Beschäumung und Zusammenfassung

- Einschäumen der PV-Module mit
  - Schwerschaum, Mittelschaum, CAFS
- Messen des Spannungsverlaufs
- Bestes Ergebnis mit CAFS:
  - **Spannungsreduktion auf 47%**
- maximale Zeitdauer bis Spannung wieder 100% erreicht:
  - **max. 5 Minuten**
- Fazit: als Möglichkeit zur **„Freischaltung“ von PV-Anlagen nicht geeignet**

© thiem/huber

Sicherheit für Einsatzkräfte

- Schutzziel:
  Vermeidung von Berührungsspannungen größer 120 V DC im Einsatzfall

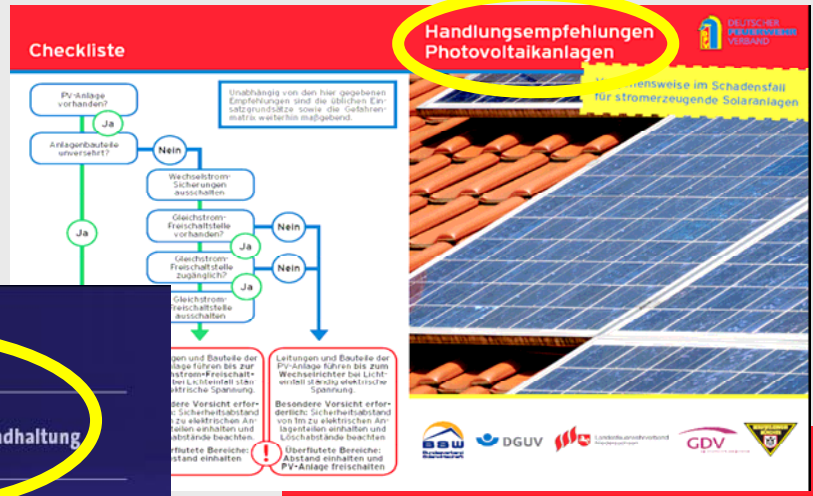


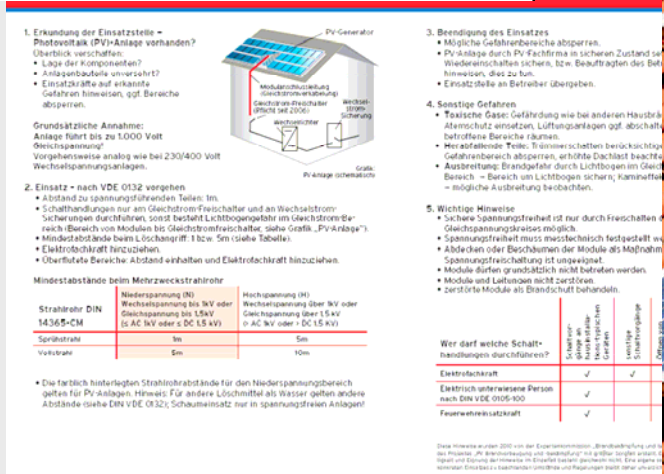
- Lösungsmöglichkeiten:
  sichere Leitungsverlegung, Sprühgel, Feuerwehrschalter, Sicherheitselement, Intelligente Module / Anschlussdosen

- Realisierung:
  Die Lösungen sind teilweise noch in der Entwicklung, Normung bzw. Markteinführung
  Wo wird welche Technik notwendig sein?

© thiem/huber

Taschenkarte und Informationen





© thiem/huber

Informationen

Präsentation:	„Photovoltaikanlagen“
Informationsschrift:	„Einsatz an Photovoltaikanlagen“ „Planung, Errichtung, Instandhaltung ...“
Taschenkarte:	„Handlungsempfehlungen PV-Anlagen“

unter **www.feuerwehr.muenchen.de**
im Bereich **Ausbildung / Download**

oder auf der Homepage: des Deutschen Feuerwehrverbandes,
des Bundesverbandes Solarwirtschaft
(beim BSW sind auch Druckversionen erhältlich)

sonstige Quellen:

DIN VDE 0132: zu beziehen beim Beuth Verlag Berlin

GUV-I 8677: http://regelwerk.unfallkassen.de/regelwerk/data/regelwerk/inform/I_8677.pdf

Hinweis: Die Autoren übernehmen keine Haftung für die inhaltliche Richtigkeit der der Präsentation. Die dargestellten Erkenntnisse müssen vor einer Anwendung im Einsatzfall individuell überprüft werden.

© thiem/huber