



Landeshauptstadt
München

Kreisverwaltungsreferat

Hauptabteilung IV, Branddirektion

Einsatzvorbereitung



Photovoltaik

Informationen für Einsatzkräfte

Horst Thiem
Brandamtsrat
BF München

Erstellt von

Dipl.-Ing. Josef Huber
Brandrat
SFS Geretsried

Übersicht



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

Elektrounfälle

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

DIN VDE 0132

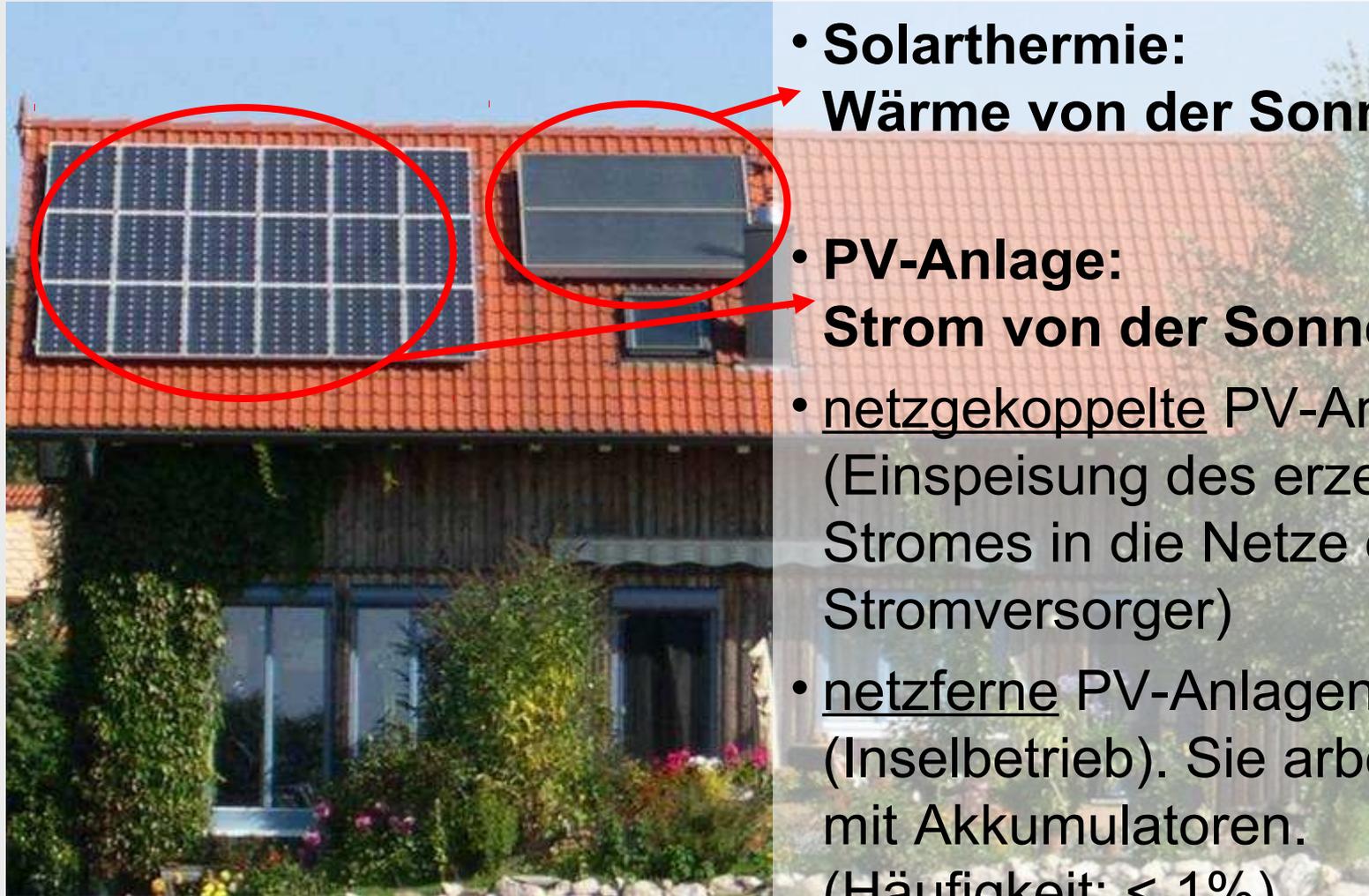
„Brandbekämpfung und technische Hilfeleistung an elektrischen Anlagen“

GUV-I 8677

„Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle“

Begriffserklärung: AC = Wechselspannung, DC = Gleichspannung

Sonnenergie - Nutzungsformen

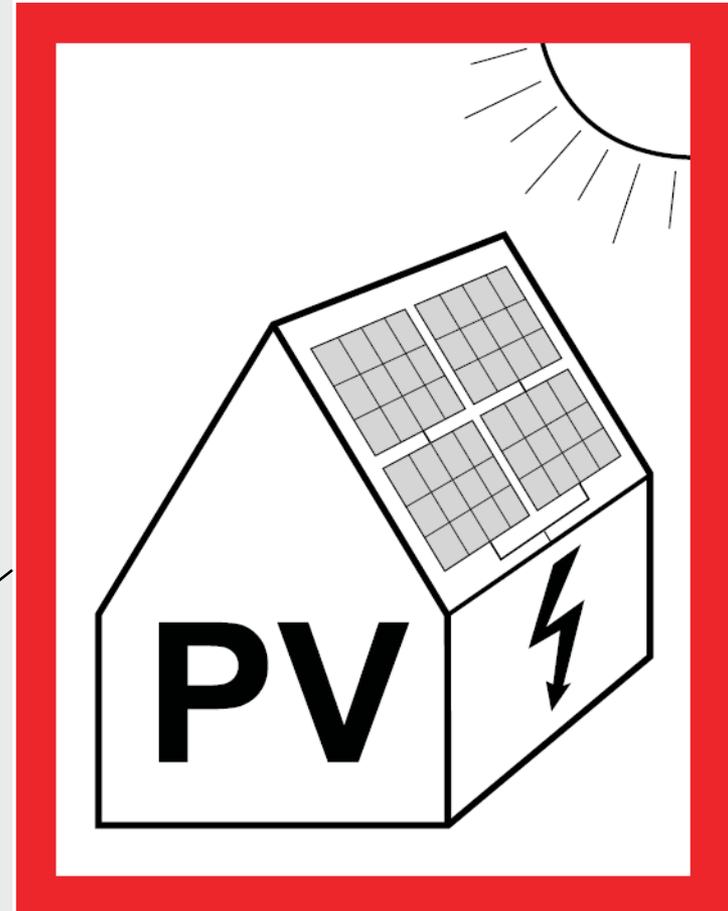
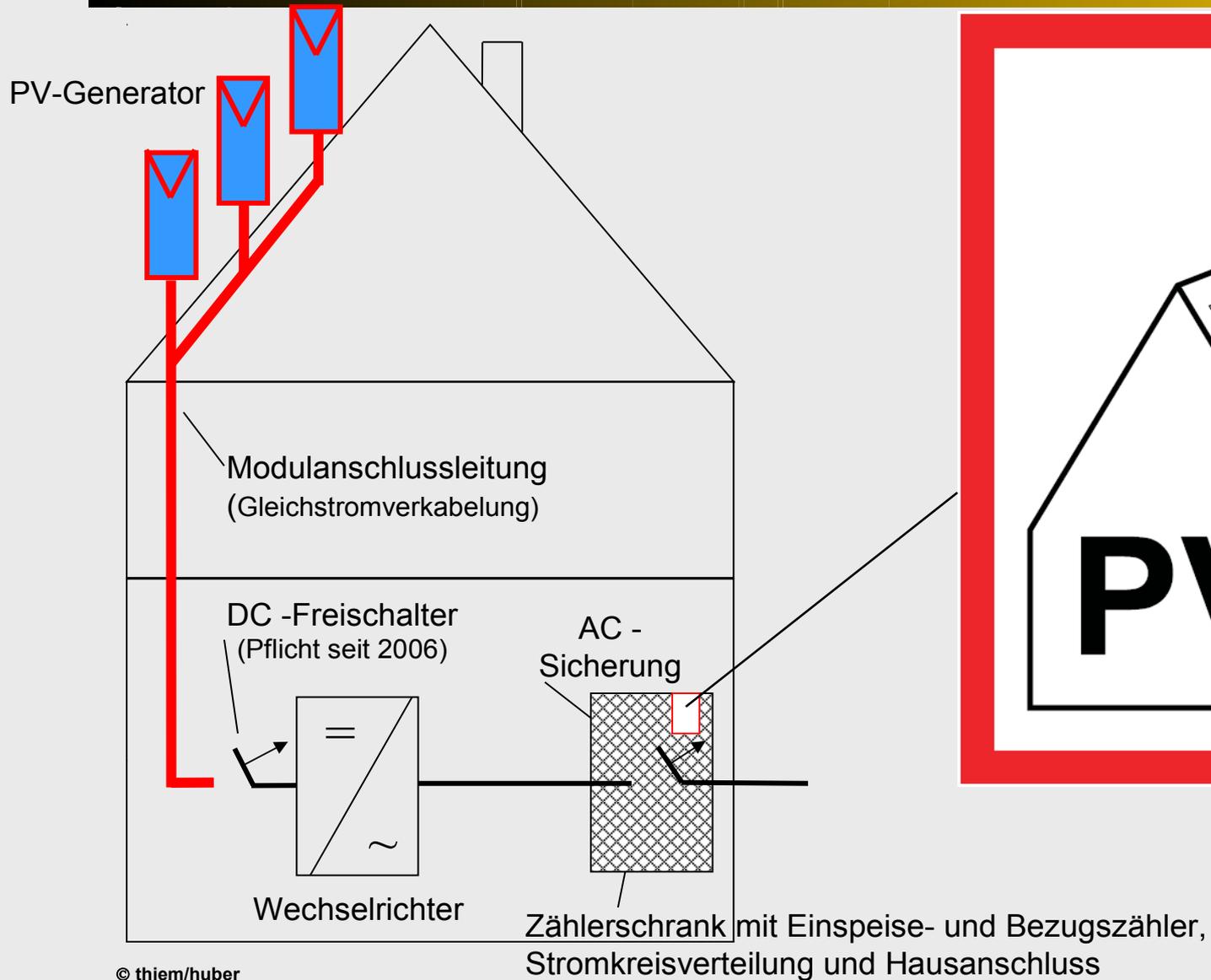


- **Solarthermie:**
Wärme von der Sonne
- **PV-Anlage:**
Strom von der Sonne
- netzgekoppelte PV-Anlagen
(Einspeisung des erzeugten Stromes in die Netze der Stromversorger)
- netzferne PV-Anlagen
(Inselbetrieb). Sie arbeiten mit Akkumulatoren.
(Häufigkeit: < 1%)

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

Hinweisschild



Gefahrenschema Feuerwehr

Welche Gefahren sind erkannt?

Gefahren	Atemgifte	Angstreaktion	Ausbreitung	Atomare Strahlung	Chemische Stoffe	Erkrankung/ Verletzung	Explosion	Elektrizität	Einsturz
		A	A	A	A	C	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

Gefahren für die Feuerwehreinsatzkräfte



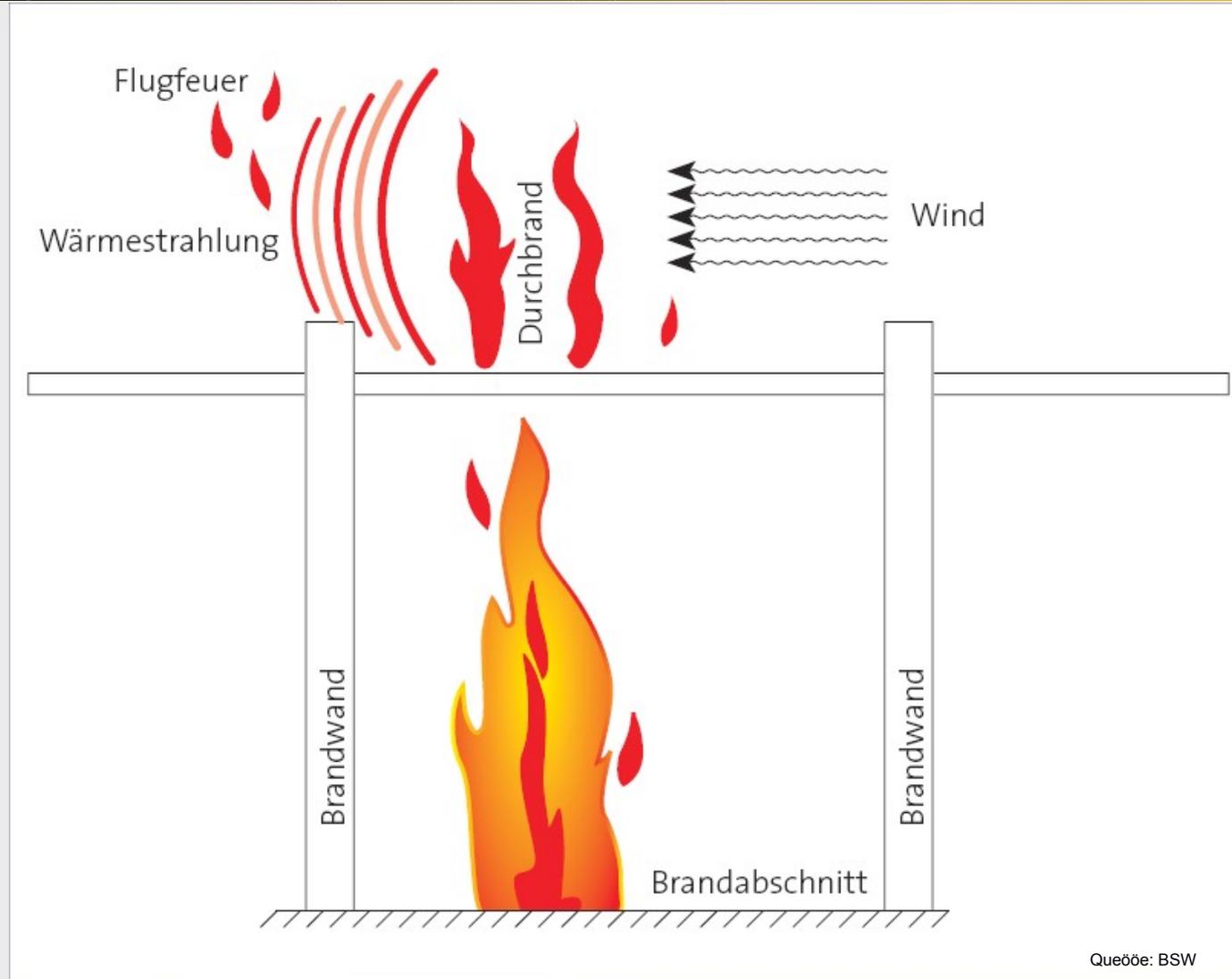
Beim Brandeinsatz:

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

Beim Brandeinsatz und Wasserschaden:

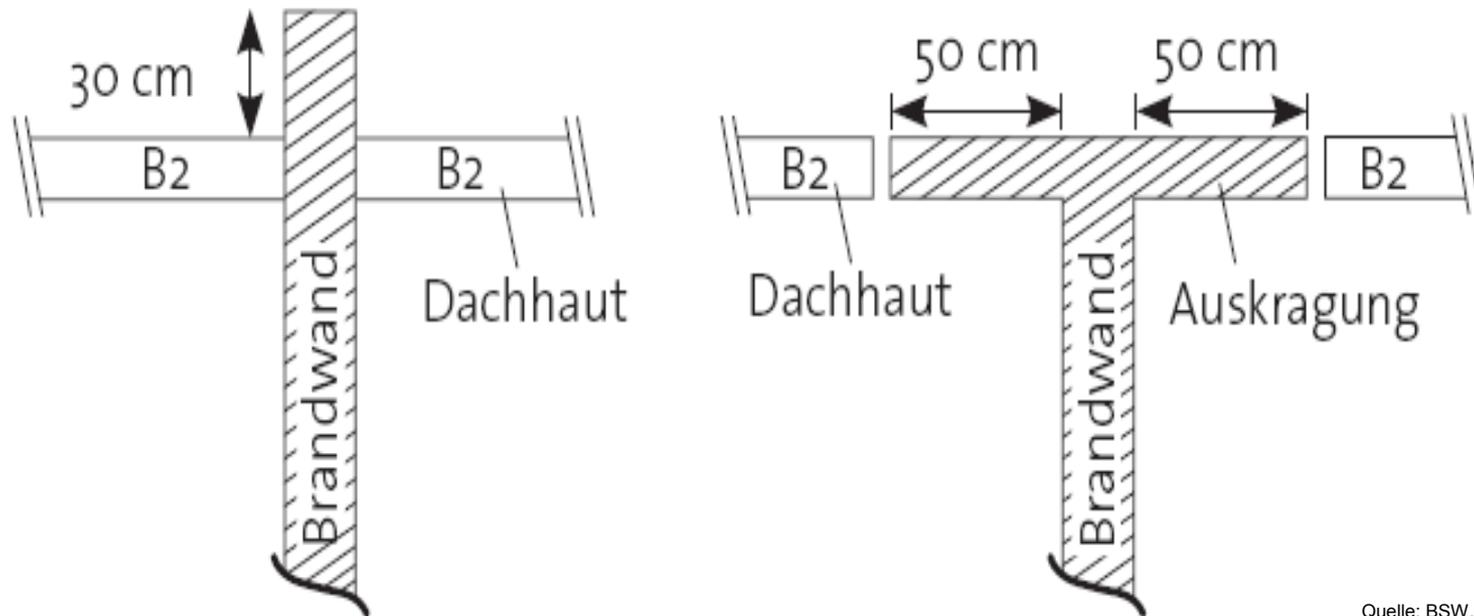
- Gefahr durch elektrischen Schlag

Aufgabe der Brandwand



Quelle: BSW

Ausführung einer Brandwand



Quelle: BSW.

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

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 zeigen, dass Teile der Anlagen 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

Brandverlauf



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 werden sollte
 - Ausbreitungsgefahr, falls Brandabschnitte vorschriftswidrig durch brennbare Modulteile überbaut werden
 - Brandgefahr durch Lichtbogen bei beschädigten Anlagen
- Schutzmaßnahmen:
 - Bauvorschriften beachten; Brandabschnitte; Flucht- und Rettungswege freihalten, Freistreifen, Flächen begrenzen
 - Mögliche Brandausbreitung beobachten z.B. Wärmebildkamera
 - Möglichen Lichtbogen sichern und Fachkraft hinzuziehen

Geschlossene Dachfläche



Gefahr durch elektrischen Schlag

- Gefahren:
 - 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)

Gefahr durch elektrischen Schlag

- Schutzmaßnahmen:
 - Verhalten gemäß DIN VDE 0132 und GUV-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 elektrische Leiter mit unbekannter Spannung!
 - Trennung der Module und Leitungen nur durch Elektrofachpersonal! Bei unsachgemäßen Handlungen besteht **Lichtbogengefahr!**
 - Modulflächen nicht betreten
 - Gefahren durch Wasser an beschädigten Anlagen beachten
 - Regeln für die Anwendung von Löschmitteln gemäß DIN VDE 0132

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

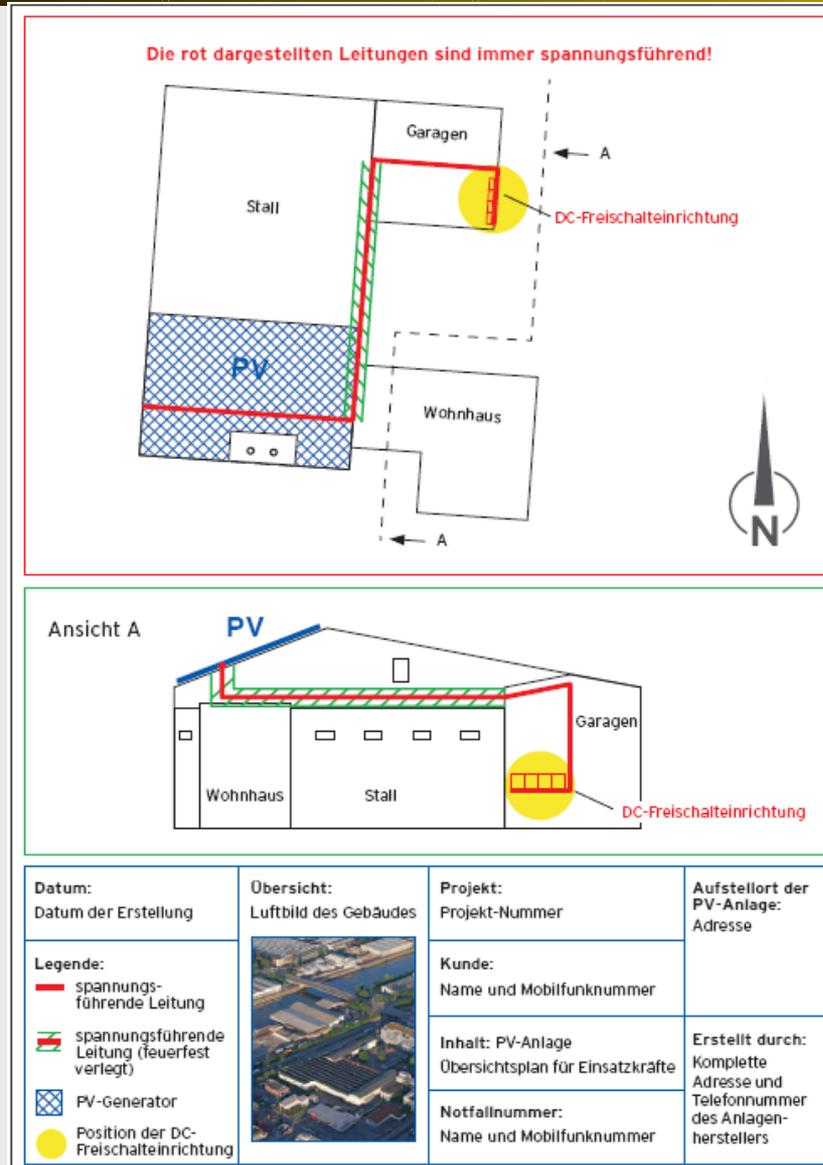
Einsatzvorbereitung 1

- 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)
- vorhandene Feuerwehrpläne überarbeiten/anpassen
- Kontakt mit Errichtern und Betreibern; Rufnummern
- Gibt es Elektrofachpersonal in den eigenen Reihen?
- Schulung der Einsatzkräfte (z. B. Anlagenbesichtigung)

Einsatzvorbereitung 2

- Welche Ausrüstung für Einsätze an elektrischen Anlagen ist vorhanden?
Ist diese für zu erwartende Aufgaben geeignet, z.B. Spannungsprüfer bis 1000 V DC? (Ggf. Überprüfung des vorhandenen Materials)
- Wie erkennt man PV-Anlagen?
(Alarmschreiben, Erkundung vor Ort, Kennzeichnungen beachten)
- Anschlusskabel an Versorgungsnetze sind Privateigentum
(d.h. sie fallen nicht in die Zuständigkeit der Energieversorger)
- Übersichtspläne helfen der Feuerwehr (Muster) und Anlagenpläne den Fachkräften

Übersichtsplan für die Feuerwehr



Einsatzdurchführung

- Überblick über die Anlage verschaffen:
 - Ist die Anlage oder sind Teile der Anlage betroffen?
 - Welche Komponenten sind beschädigt?
 - Welche 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, ...
 - Einsatz von Löschmitteln gemäß DIN VDE 0132

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

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

Sicherheit für Einsatzkräfte

- **Schutzziel:**

Vermeidung von Berührungsspannungen größer 120 V DC im Einsatzfall

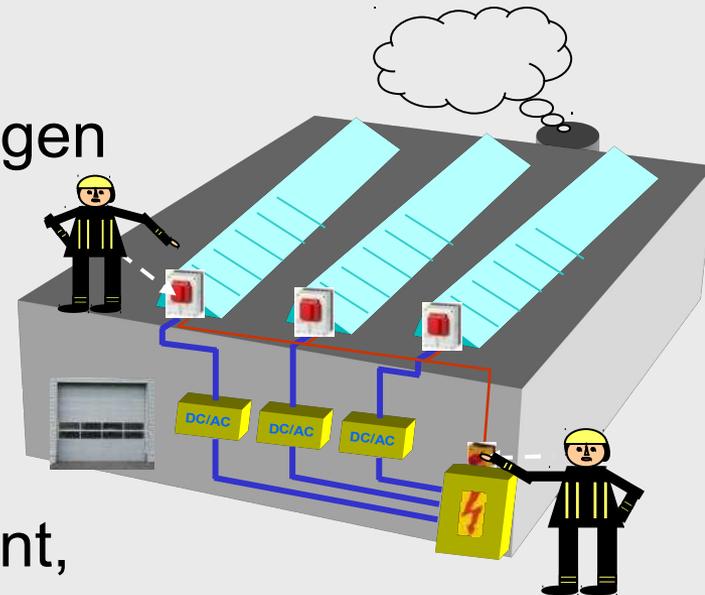
- **Lösungsmöglichkeiten:**

sichere Leitungsverlegung, Sprühgel, Feuerwehrscharter, Sicherheitselement, Intelligente Module / Anschlussdosen,

- **Realisierung:**

Die Lösungen sind sich teilweise noch in der Entwicklung, Normung bzw. Markteinführung

Wo wird welche Technik notwendig sein?



Taschenkarte und Informationen

Checkliste

Unabhängig von den hier gegebenen Empfehlungen sind die üblichen Einsatzgrundsätze sowie die Gefährdumatrix weiterhin maßgebend.

```

    graph TD
      Q1{PV-Anlage vorhanden?} -- Ja --> Q2{Anlagenbauteile unverseht?}
      Q1 -- Nein --> Q3{Wechselstrom-Sicherungen ausschalten?}
      Q2 -- Ja --> Q4{Gleichstrom-Freischaltstelle vorhanden?}
      Q2 -- Nein --> Q3
      Q3 -- Ja --> Q4
      Q3 -- Nein --> Q5{Gleichstrom-Freischaltstelle zugänglich?}
      Q4 -- Ja --> Q6{Gleichstrom-Freischaltstelle ausschalten?}
      Q4 -- Nein --> Q5
      Q5 -- Ja --> Q6
      Q5 -- Nein --> Q7{Leitungen und Bauteile der PV-Anlage führen bis zum Wechselrichter bei Licht einfall ständig elektrische Spannung?}
      Q6 -- Ja --> Q7
      Q6 -- Nein --> Q7
      Q7 -- Ja --> Q8{Besondere Vorsicht erforderlich: Sicherheitsabstand von 1m zu elektrischen Anlagen einhalten und LÖSCHABSTÄNDE BEACHTEN!}
      Q7 -- Nein --> Q9{Überflutete Bereiche: Abstand einhalten und PV-Anlage freischalten}
  
```

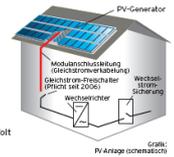
Handlungsempfehlungen Photovoltaikanlagen

...weisesweise im Schadensfall für stromerzeugende Solaranlagen

Brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung von PV-Anlagen

- 1. Erkundung der Einsatzstelle – Photovoltaik (PV)-Anlage vorhanden?**
 - Überblick verschaffen:
 - Lage der Komponenten?
 - Anlagenbauteile unverseht?
 - 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. Einsatz - nach VDE 0132 vorgehen**
 - Abstand zu spannungsführenden Teilen: Im.
 - Schaltmaßnahmen nur am Gleichstrom-Freischalter und an Wechselstrom-Sicherungen durchführen, sonst besteht Lichtbogengefahr im Gleichstrom-Bereich (Bereich von Modulen bis Gleichstromfreischalter, siehe Grafik „PV-Anlage“).
 - Mindestabstände beim Löschangriff: 1 bzw. 5m (siehe Tabelle).
 - Elektrofachkraft hinzuziehen.
 - Überflutete Bereiche: Abstand einhalten und Elektrofachkraft hinzuziehen.



Mindestabstände beim Mehrweckstrahlrohr

	Niederspannung (N) Wechselspannung bis 1kV oder Gleichspannung bis 1,5kV (≤ AC 1kV oder ≤ DC 1,5 kV)	Hochspannung (H) Wechselspannung über 1kV oder Gleichspannung über 1,5 kV (≥ AC 1kV oder ≥ DC 1,5 kV)
Strahlrohr DIN 14365-CM	1m	5m
Sprühstrahl	5m	10m

Die farblich hinterlegten Strahlrohrabstände für den Niederspannungsbereich gelten für PV-Anlagen. Hinweis: Für andere Löschmittel als Wasser gelten andere Abstände (siehe DIN VDE 0132); Schaummittel sind in spannungsfreien Anlagen!

- 3. Beendigung des Einsatzes**
 - Mögliche Gefahrenbereiche absperren.
 - PV-Anlage durch PV-Fachfirma in sicheren Zustand so wiedereinschalten sichern, bzw. Beauftragten des Betreibers, dies zu tun.
 - Einsatzstelle an Betreiber übergeben.
- 4. Sonstige Gefahren**
 - Toxische Gase: Gefährdung wie bei anderen Hausdach-Atmosphäre einsetzen, Lüftungseinlagen ggf. abschaltbar betroffene Bereiche räumen.
 - Herabfallende Teile: Trümmerschuttan berücksichtigen Gefahrenbereich absperren, erhöhte Dachlast beachten.
 - Ausbreitung: Brandgefahr durch Lichtbogen im Gleichstrom-Bereich – Bereich um Lichtbogen sichern; Kaminöffnungen – mögliche Ausbreitung beachten.
- 5. Wichtige Hinweise**
 - Sichere Spannungsfreiheit ist nur durch Freischalten Gleichspannungskreises möglich.
 - Spannungsfreiheit muss messtechnisch festgestellt werden.
 - Abdecken oder Beschützen der Module als Maßnahme Spannungsfreischaltung ist ungeeignet.
 - Module dürfen grundsätzlich nicht betreten werden.
 - Module und Leitungen nicht zerstören.
 - zerstörte Module als Brandschutz behandeln.

Wer darf welche Schaltmaßnahmen durchführen?

	Schaltmaßnahmen Niederspannung Gleichstrom	Schaltmaßnahmen Hochspannung Gleichstrom
Elektrofachkraft	✓	✓
Elektrisch unterwiesene Person nach DIN VDE 0105-200	✓	
Feuerwehrfachkraft	✓	

Diese Hinweise wurden 2010 von der Expertenkommission „Brandbekämpfung und die Produktion „PV-Brandbekämpfung und -abwehrung“ mit großer Sorgfalt erstellt. Inhalt und Umfang der Hinweise im Einzelnen können abweichen. Eine weitere kontinuierliche Einbeziehung zu bestehenden Umständen und Regelungen bleibt daher vorbehalten.

Einsatz an Photovoltaikanlagen

Informationen für Einsatzkräfte von Feuerwehren und technischen Hilfsdiensten

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Klick und aus!

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.



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.