

/ Batterieladesysteme / Schweißtechnik / Solarelektronik



# Photovoltaik & Feuer

Franz Breitwieser

Fronius International GmbH

Sparte Solarelektronik

Froniusplatz 1

4600 Wels



**WIR HABEN DREI SPARTEN  
UND EINE LEIDENSCHAFT:  
GRENZEN VERSCHIEBEN.**

## FF Micheldorf - Paragleiter Bergung Altpernstein, 18 Feb 2012



Quelle: FF Micheldorf



Quelle: FF Micheldorf

# AGENDA

- / Einleitung**
- / Grundlagen Photovoltaik**
- / Gefahren und Vorurteile**
- / Gefahrenminimierung**
- / Zusammenfassung**

# AGENDA

## / **Einleitung**

/ Vorstellung Fronius

/ Sichtweise Medien und Industrie zum Thema

## / **Grundlagen Photovoltaik**

## / **Gefahren und Vorurteile**

## / **Gefahrenminimierung**

## / **Zusammenfassung**

# FRONIUS

- / 3 Sparten: Batterieladesysteme (1945), Schweißtechnik (1950), Solarelektronik (1992)
- / > 3000 Mitarbeiter (~1200 in der Sparte Solarelektronik)
- / 95% Exportquote (99% in der Sparte Solarelektronik)
- / Produktionskapazität von 1400 MW AC<sub>nom</sub> (200.000 Stück pro Jahr, 550 Stück pro Tag)
- / Weltweite Vertriebs- und Produktionsstandorte
- / Mehr als 700 internationale Patente (im Moment 737)



## EINLEITUNG - SICHTWEISE DER INDUSTRIE

- / Brisantes Thema in Medien -> viele Fehlinformationen
- / Differenzierung zwischen
  - / „Gefahren PV-Anlagen im Brandfall“ -> Gefahr für Feuerwehr
  - / „Brandgefahr durch die PV-Anlage“
- / „Brandgefahr durch PV-Anlagen“ (Lichtbogen, Blitzschlag?)
  - / ordnungsgemäß installierte Anlage -> keine Gefahr
    - / Wenig dokumentierte Brände: meist Installationsfehler
  - / Trotz geringem Risiko ist Industrie bemüht Sicherheitsstandards von PV-Anlagen zu verbessern
    - / z.B. Entwicklung eines Lichtbogendetektors
- / „Gefahren von Photovoltaik-Anlagen im Brandfall“
  - / Korrekt installierte Anlagen -> überschaubares Risiko für FW
    - / Wichtig v.a. Aufklärung der Einsatzkräfte über Gefahren von PV-Systemen im Brandfall

## **EINLEITUNG - SICHTWEISE DER INDUSTRIE**

- / Bedenken rund um „PV & Feuer“ werden sehr ernst genommen!**
- / Dialog zwischen Interessensvertretern, z.B. Feuerwehr / Industrie / Versicherungen, wichtig um gemeinsame Sicht zu erhalten und Sicherheit weiter zu verbessern.**

# AGENDA

## / Einleitung

## / **Grundlagen Photovoltaik**

/ Was ist Photovoltaik?

/ Unterschied PV und Solar-Thermie

/ Zahlen / Fakten / Anwendungen PV

/ PV-Generator und Wechselrichter

## / Gefahren und Vorurteile

## / Gefahrenminimierung

## / Zusammenfassung

## Was ist Photovoltaik (PV) ?



Unter Photovoltaik versteht man die

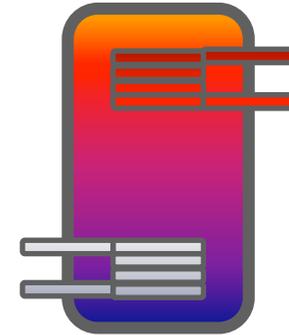
- / direkte
- / statische (ohne bewegte Teile)
- / verschleißfreie
- / wartungsfreie

**Umwandlung von Sonnenlicht  
in elektrischen Strom**

# Unterschied zwischen Solarthermie und Photovoltaik

## / Solarthermie

- / Zweck: **Wärme**energie Gewinnung
- / Mögliche Gefahren nach ACE-Regel -> vergleichbar mit Hausbrand
  - / Einsturz, Ausbreitung, Atemgifte, keine elektrischen Gefahren!



## / Photovoltaik

- / Zweck: **Strom**erzeugung
- / Mögliche Gefahren nach ACE-Regel
  - / Einsturz, Ausbreitung, Atemgifte, Elektrizität



# Unterscheidungsmerkmale Photovoltaik / Solarthermie ?



## Solarthermie - Anlage

- / Meistens nur wenige Kollektoren
- / Dunkle, nicht reflektierende Oberfläche
- / Oberfläche meist homogen oder auch Röhrenstruktur (Vakuumröhrenkollektor)
- / Oft dickere Module als bei Photovoltaik



## Photovoltaik - Anlage

- / Meist größere Fläche mit mehreren Modulen
- / Meistens metallische Strukturen erkennbar (Kristalline Module)
  - / Ausnahme: Dünnschichtmodule
- / Module meist dünner als bei Solarthermie-Anlagen

## Beispiele: Solarthermie / Photovoltaik



### Beispiele Solarthermie

- / Links: Flachkollektor
- / Rechts: Vakuumröhrenkollektor



### Beispiele Photovoltaik

- / Links: Kristallines Modul
- / Rechts: Dünnschichtmodul (CdTe)

# ANWENDUNGSGEBIETE DER PHOTOVOLTAIK

## Kleinstanwendungen

- / Taschenrechner
- / Speicher
- / Uhren
- / LCD-Anzeigen
- / Spielzeug



## Kleinanwendungen

- / Navigationsgeräte
- / Telekom-Einrichtungen
- / Wasserpumpen
- / Haushaltsgeräte
- / Lampen
- / Messstationen



## Mittelgroße Anwendungen

- / Landwirtschaftliche Geräte
- / Hausversorgungen
- / Wärmepumpen
- / Dorfnetze
- / **Netzeinspeisung**



## Großanwendungen

- / Zentrale PV-Kraftwerke



# WAS WIRD FÜR DIE NETZEINSPEISUNG BENÖTIGT

Solarmodul(e)  
(PV-Generator)



DC

Wechselrichter  
(DC/AC Wandlung)

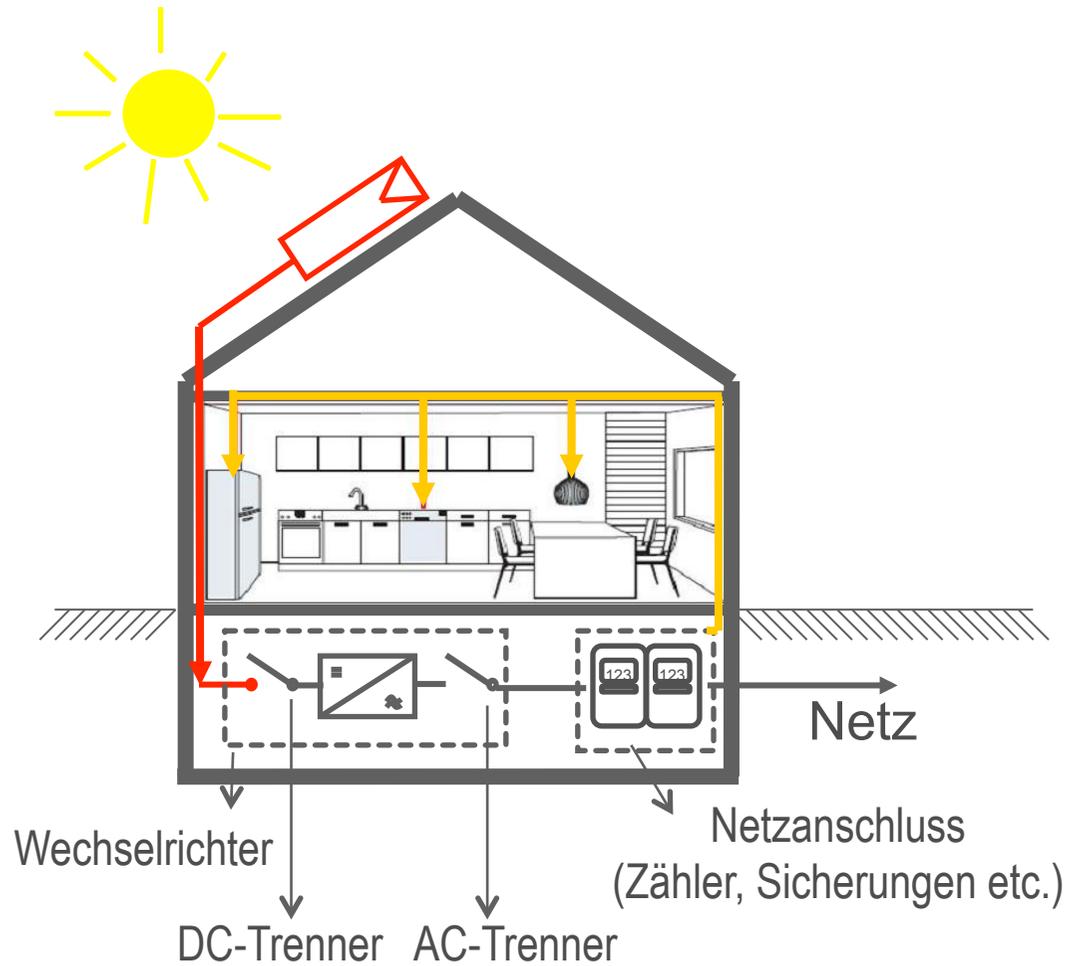


AC

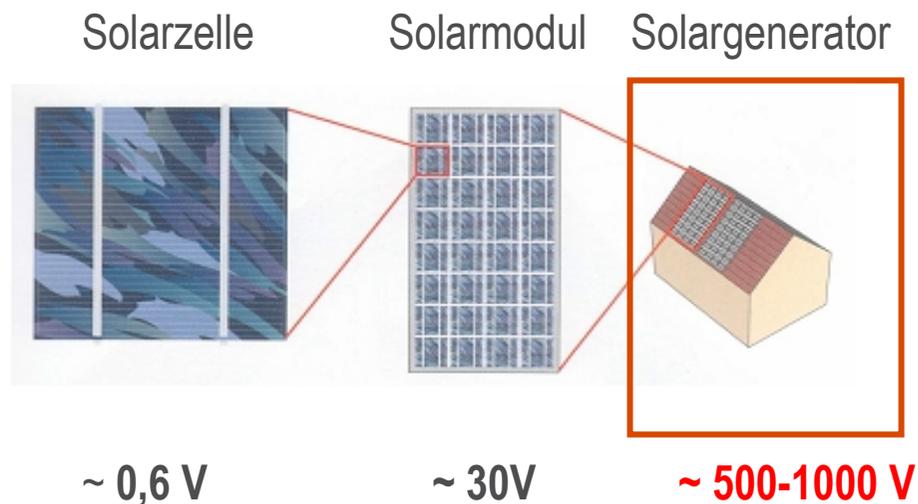
Zähler



Netz



# DER SOLARGENERATOR

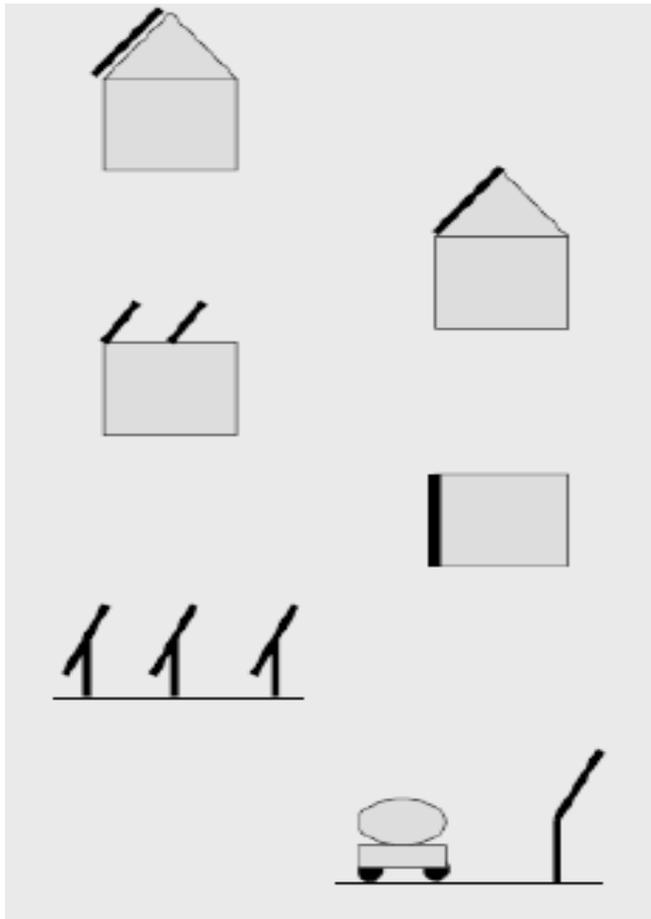


Diese Gesamteinheit heißt **Solargenerator**.



Quelle Foto: [www.sharp.de](http://www.sharp.de)

## ANLAGENTYPEN



Quelle: Berufsfeuerwehr München

/ Aufdach

/ Dachintegriert

/ Flachdach

/ Fassade

/ Freiflächenanlage

/ Lärmschutzwände

## ZAHLEN / FAKTEN

- / Durchschnittliche Lebensdauer: > 25 Jahre
- / Ökologische Betrachtung
  - / nach ca. 2 Jahren hat PV Anlage so viel Energie erzeugt, wie zu ihrer Herstellung benötigt wurde
- / Pro kWp installierter Leistung werden etwa 8 m<sup>2</sup> Modulfläche benötigt.
- / Eine PV-Anlage mit 1 kWp erzeugt in Österreich ca. 1000 kWh pro Jahr
  - / Eine 4-kWp-PV-Anlage erzeugt den Jahresstrombedarfs eines 3-4 Personenhaushaltes
- / Preise und Amortisation:
  - / Preis: ca. 2500 € / kWp (Anlage komplett)
  - / Amortisation: mit derzeitiger Einspeisevergütung von 27,6 ct / kWh: ~ 10 Jahre
    - mit Investitionsförderung (KLIEN): ~ 10-15 Jahre (abhängig vom Eigenverbrauch)
    - ohne Förderung: ~ 15 Jahre (Bsp. mit 80% Eigenverbrauch)

# AGENDA

- / Einleitung
- / Grundlagen Photovoltaik
- / **Gefahren und Vorurteile**
  - / FAQ's: Fragen und Antworten zum Thema
- / Gefahrenminimierung
- / Zusammenfassung

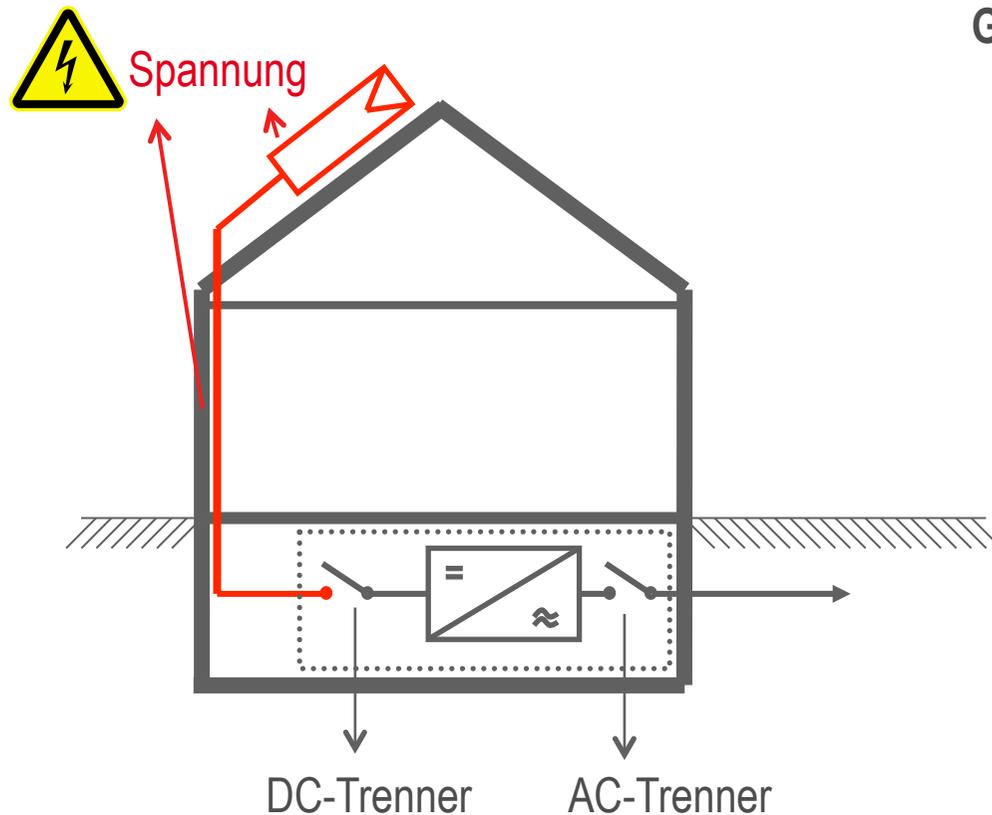
# ACE-Regel

/ Die folgenden FAQ's wurden auf Basis der ACE-Regel erstellt. Bei Bränden mit PV-Anlagen sind folgende Gefahren zu beachten:

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

/ Atemgifte, Ausbreitung, Elektrizität, Einsturz

# ELEKTRISCHE GEFAHREN



## GEFAHRENPOTENTIAL

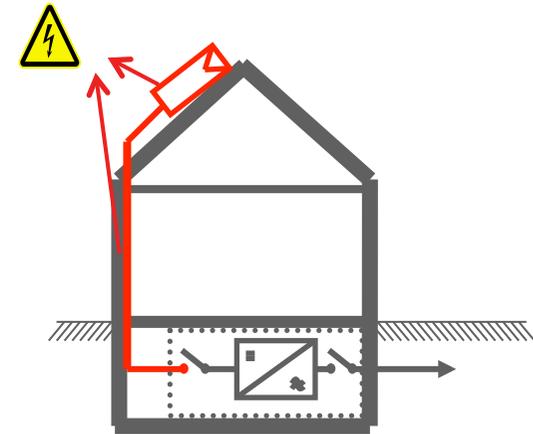
- / Nach Abschalten der AC-Spannung ist meist noch DC-Spannung vorhanden
- / System unbeschädigt  
/ Keine Gefahren
- / System beschädigt  
/ Elektrische Gefahr

## Welche elektrischen Gefahren sind zu beachten?

- / Sonneneinstrahlung -> PV-Anlage produziert Strom
- / Module und Leitungen stehen unter Spannung
- / Lassen sich meist nicht spannungsfrei schalten

→ Gefahr eines elektrischen Schlags,

- / durch herabhängende, unisolierte Kabel (Innenangriff)
- / durch Lichtbogen (wenn Kabel durchtrennt werden bzw. schmelzen)



# Elektrische Gefahren



## / Mit welchen Spannungen / Strömen ist zu rechnen?

/ Spannung: Bis zu 1000V Gleichspannung (vom PV-Generator bis zum Wechselrichter)

/ Ströme: Bis mehrere Ampere

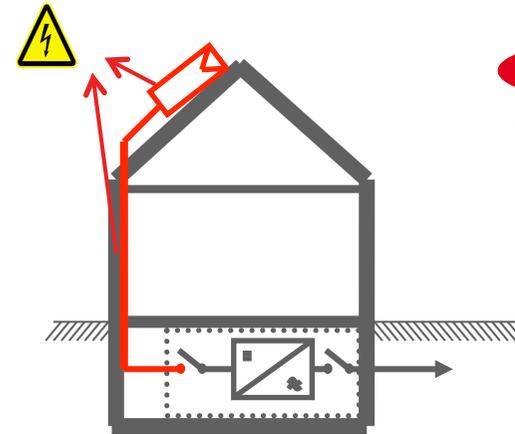
## / Maßnahmen

/ Vorgehen nach ÖBFV Gefahrgut-Blattler – Brandbekämpfung an elektrischen Anlagen

/ Mindestabstände: Sprühstrahl 1m / Vollstrahl 5m

Strahlform	Niederspannung Wechselstrom: $\leq 1\text{kV}$ Gleichstrom: $\leq 1,5\text{kV}$	Hochspannung Wechselstrom: $> 1\text{kV}$ Gleichstrom: $>1,5\text{kV}$
Sprühstrahl	1m	5m
Vollstrahl	5m	10m

# Elektrische Gefahren



## / Kann die PV-Anlage abgeschaltet werden?

- / PV-Anlage meist nicht völlig freischaltbar
- / Nach Abschalten von AC bzw. DC-Trenner am Wechselrichter weiter DC-Spannung
- / Durch Zerstörung der PV-Module oder Leitungen wird die Gefahr nicht beseitigt!
  - / Gefahr von Lichtbögen
  - / Freiliegende Kabel mit unbekannter Spannung

## / Maßnahmen

- / Wenn Spannungsfreiheit für Löscharbeiten erforderlich: Trennung der Module nur durch Fachpersonal! Keine Anschlusskästen öffnen!
- / Immer zu beachten: Sicherheitsabstände nach ÖBFV Gefahrgut-Blattler einhalten
  - / Sprühstrahl : 1m / Vollstrahl: 5m

# Elektrische Gefahren



## / Können Lichtbögen gelöscht werden?

- / Lichtbögen -> wenn Teile der Photovoltaik-Anlage beschädigt wurden.
- / Lassen sich nicht mit üblichen Mitteln löschen.
- / Bei Berührung: Gefahr von Verbrennung und Stromschlag.



Quelle: TÜV Rheinland

## / Maßnahmen

- / Abschalten DC-Trenner (WR) oder AC-Stromversorgung (E-Verteiler, WR od. durch EVU)  
→löscht die meisten Lichtbögen
- / Wenn LB weiterhin besteht: Bereich um Lichtbogen absichern und Fachkraft hinzuziehen
- / Immer zu beachten:
  - / Mindestabstände: Sprühstrahl 1m / Vollstrahl 5m

## Elektrische Gefahren



### / Ist auch nachts mit Spannungen zu rechnen?

/ Gefahr durch Mondlicht: Keine Gefahr

/ Spannung bei Mondlicht  $< 2\%$  ( $< 20V$ )

/ Strom bei Mondlicht  $< 0,0002\%$  ( $< 1mA$ )

/ Gefahr durch Scheinwerfer?

/ Nur bei starker Beleuchtung theoretisch ein geringes Risiko

/ Sehr geringe Leistung

/ Meist keine homogene Bestrahlung

### / Maßnahmen:

/ Keine Mindestabstände erforderlich

/ Direkte Berührung unisolierter Kabeln vermeiden!



Quelle: Prof. Dr. Häberlin, Berner FH

## Elektrische Gefahren



/ Kann Spannungsfreiheit durch Abdeckung mit Schaum (Verdunkelung) erreicht werden?

/ Verdunkelung des PV-Generators -> spannungsfrei

/ Untersuchungen -> Methode mit Abdunkelung durch Schaum ungeeignet

/ Schaum rutscht ab -> nach kurzer Zeit wieder gefährliche Spannung

/ Maßnahmen / Aussage

/ Verdunkelung mit Schaum ungeeignet!



Quelle: Landesfeuerwehrverband Burgenland

## Atemgifte

/ Was muss bezüglich toxischen Gasen berücksichtigt werden?

/ Gase sind nicht gefährlicher einzustufen als bei einem gewöhnlichen Zimmerbrand

/ Maßnahmen

/ Vorgehensweise wie bei normalem Zimmerbrand

/ Umluftunabhängigen Atemschutz einsetzen

/ Lüftungsanlagen abschalten

/ Betroffene Bereiche räumen



# Einsturz

## / Besteht besondere Gefahr durch herabfallende Teile der PV-Anlage?

/ Gefahr unwesentlich größer als bei Gebäudebrand, zusätzlich beachten:

/ Erhöhte Dachlast durch die PV-Anlage (Allerdings geringfügig)

/ Verbundglas kann durch Erhitzen bersten und splintern

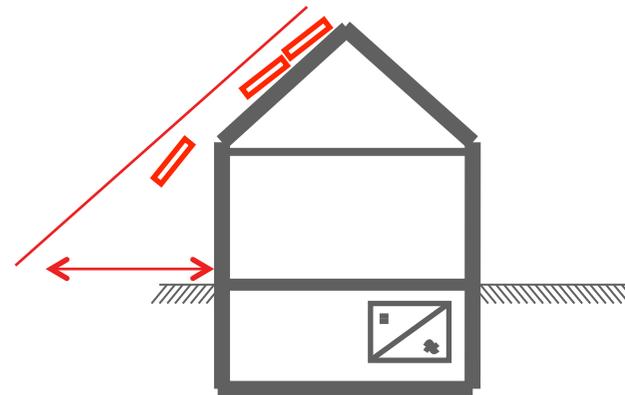
/ Module dürfen nicht betreten werden

## / Maßnahmen

/ Gefahrenbereich absperren

/ Trümmerschatten berücksichtigen

/ Erhöhte Dachlast beachten



# Ausbreitung

/ Sind diesbezüglich Besonderheiten zu beachten?

/ Folgendes sollte beachtet werden:

- / Kamineffekt bei Aufdach- und Fassadenanlagen
- / Geschlossene Modulflächen -> Behinderung der Arbeiten, falls das Dach betreten werden muss oder Öffnung der Dachhaut erforderlich (Module nicht betreten!)
- / Ausbreitungsgefahr -> Überbrückung Brandabschnitte

/ Maßnahmen

- / Mögliche Brandausbreitung beobachten (eventuell auch durch Wärmebildkamera)



Quelle: VGH

# Überschwemmung

## / Geht auch bei Überschwemmung eine Gefahr von der PV-Anlage aus?

Gefahr wenn spannungsführende Leitungen od. WR im überfluteten Bereich

/ Wasser im Wechselrichter -> Kurzschluss -> keine gefährlichen Potentiale

/ Empfehlung: Kein Einsatz, solange unter Spannung stehende Teile im überfluteten Bereich

## / Maßnahmen

/ Frage bezüglich Installationsort des Wechselrichters

/ Trennung der Leitungen zwischen PV-Generator und Wechselrichter durch Fachpersonal!

/ Arbeiten im überfluteten Bereich vermeiden, solange Anlage unter Spannung!

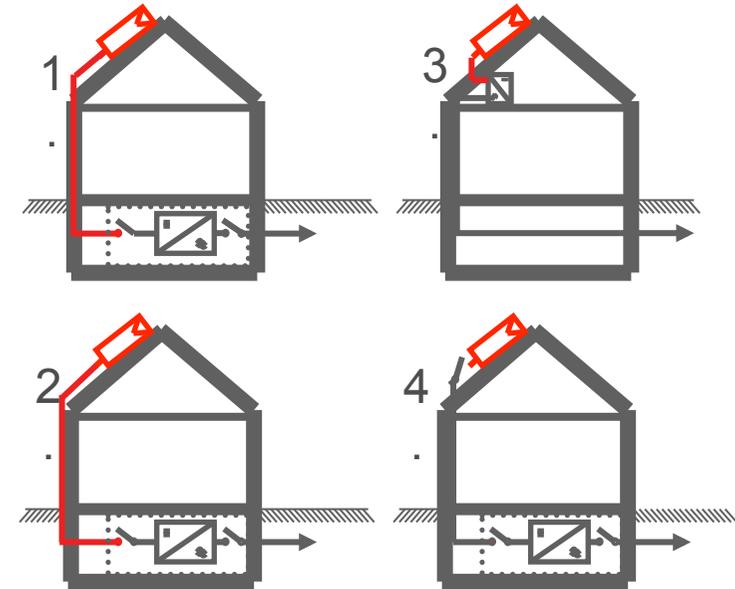
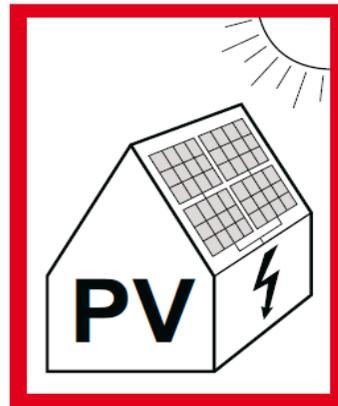
/ Nachts geht keine Gefahr von der PV-Anlage aus

# AGENDA

- / Einleitung
- / Grundlagen Photovoltaik
- / Gefahren und Vorurteile
- / Gefahrenminimierung
  - / Lösungsansätze der Industrie und Anlagenbetreiber
  - / Normen und Richtlinien
- / Zusammenfassung

## Lösungsansätze

- / Fachgerechte Installation der Anlage!
- / Warnhinweis im Hausanschlusskasten
- / Einzeichnen der PV-Anlage im Gebäudeplan
- / Schutzziel -> Keine Gefahr im Gebäude-Inneren
  - / Bauliche Maßnahmen
  - / DC-Abschaltlösungen
    - / Bei Hauseintritt
    - / Auf Modulebene



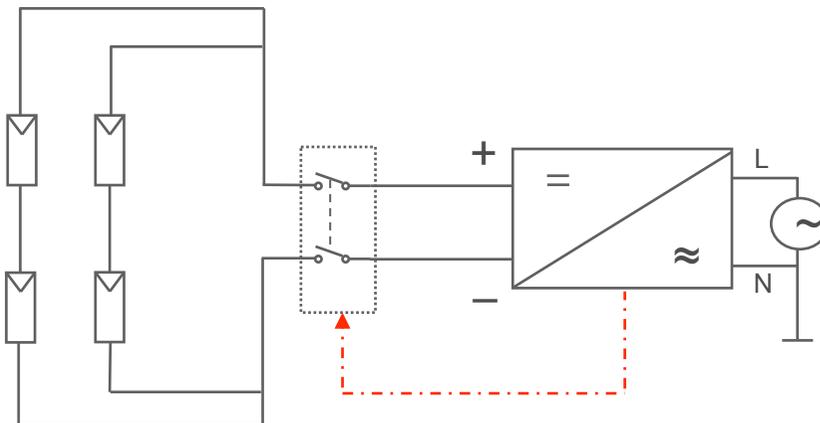
### / Bauliche Maßnahmen, z.B.

- / 1. Unterputz-Verkabelung
- / 2. DC-Leitungen außen
- / 3. Wechselrichter im Dachboden
- / 4. DC-Freischaltung

## Normen und Richtlinien



- / Entwurf VDE-AR-E 2100-712
  - / Richtlinie zum Thema DC-Freischaltung
  - / Oberstes Schutzziel ist Spannungsfreiheit innerhalb des Gebäudes
    - / Wird erreicht durch bauliche, organisatorische oder technische Maßnahmen
  - / Anforderungen an Schalter (Failsafe, Auslösen bei Wegfall der AC-Spannung)



## Normen und Richtlinien



### / VdS3145 (VdS – Vertrauen durch Sicherheit)

/ „Technischer Leitfaden Photovoltaikanlagen“

/ Richtlinie von VDE (Verband der Elektrotechnik) u. GDV (Gesamtverband deutscher Versicherer)

/ Umfasst Planung, Aufbau, Blitzschutz usw.

/ Hauptfokus auf Sicherheit (Brandschutz, DC-Freischaltung, Diebstahlschutz etc.)

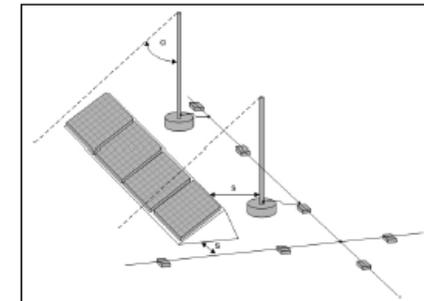
/ Beispiele aus der Richtlinie:



Quelle: VdS



Quelle: VdS



Quelle: VdS

## Normen und Richtlinien



### / Österreichische Aktivitäten

- / Unter Dach des ÖVE soll eine entsprechende Norm erstellt werden
- / Mitwirkung aller Beteiligten (FW, Brandverhütungsstelle, Industrie, etc.)
- / Thema „PV & Feuer“ wird umfassend behandelt
  - / Vorbeugende Maßnahmen (z.B. Installation)
  - / Nachrüstbare Sicherheitsmaßnahmen (z.B. DC-Freischaltung)
- / Deutsche Richtlinien werden als Vorlagen verwendet
- / Unterschiede zu Deutschland -> Thema wird ganzheitlich, umfangreich behandelt!

# AGENDA

- / Einleitung
- / Grundlagen Photovoltaik
- / Gefahren und Vorurteile
- / Gefahrenminimierung
- / **Zusammenfassung**

## Zusammenfassung

- / Brisantes Thema in den Medien; sollte kritisch hinterfragt werden, viel Fehlinformation
  - / Brände mit PV können gefährlich sein -> DC-Spannung oft nicht abzuschalten
  - / Risiko beherrschbar

/ PV-Anlage unbeschädigt -> keine Gefahr

/ PV-Anlage beschädigt -> Vorsicht!

/ Generell gilt:

- / **Mindestabstände einhalten!**
- / **Module nicht betreten oder zerstören**
- / **Keine Leitungen trennen**
- / **Gegebenfalls Fachkraft hinzuziehen**

Strahlform	Niederspannung	Hochspannung
	Wechselstrom: $\leq 1\text{kV}$ Gleichstrom: $\leq 1,5\text{kV}$	Wechselstrom: $> 1\text{kV}$ Gleichstrom: $>1,5\text{kV}$
Sprühstrahl	1m	5m
Vollstrahl	5m	10m

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



/ Batterieladesysteme / Schweißtechnik / Solarelektronik



**GRENZEN VERSCHIEBEN**

Alle Angaben sind trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr - Haftung ausgeschlossen.  
Urheberrecht und Copyright: Sämtliche Rechte vorbehalten. Der nicht anders gekennzeichnete Inhalt dieser Präsentation bzw. Dokumente(s) (Texte, Bilder, Grafiken, Animationen usw.) unterliegt dem Urheberrecht und den Gesetzen zum Schutze geistigen Eigentums. Der Inhalt darf weder insgesamt noch in Teilen ohne vorherige ausdrückliche Genehmigung von Fronius für private oder für kommerzielle Zwecke verwendet, kopiert oder verändert werden.