



Feuerwehreinsatz an PV-Anlagen

Quelle: Homepage Feuerwehr Inspektion – Bad Kötzingen,

"**kontrolliert** abbrennen"

Richten **Feuerwehrleute** den Löschstrahl auf die Module, droht daher ein lebensgefährlicher Stromschlag.

Brandverursachung
durch Photovoltaik

Im **Zweifel** läßt man lieber abbrennen.

Da sich auf dem Dach des Gebäudes eine Photovoltaikanlage befand **mußten die Löscharbeiten unterbrochen werden**, denn eine Photovoltaikanlage ist nicht abschaltbar und liefert bei Lichteinfall permanent eine hohe Spannung.

Organisatorisches

- > Kontaktdaten Solar Academy
 - > Telefon: 0561-9522-4884
 - > E-Mail: Solaracademy@SMA.de

- > Downloadbereiche:
 - > <http://www.SMA.de/handout>

Seminarinhalt

- > Motivation/Gründe für die Nutzung von Solarenergie
- > Photovoltaik (PV) in Zahlen
- > Typische PV Komponenten
- > Gefahrenanalyse
- > Sicherheitskonzepte PV
- > Verhalten im Einsatz
- > Installationsempfehlungen
- > Handlungsempfehlung

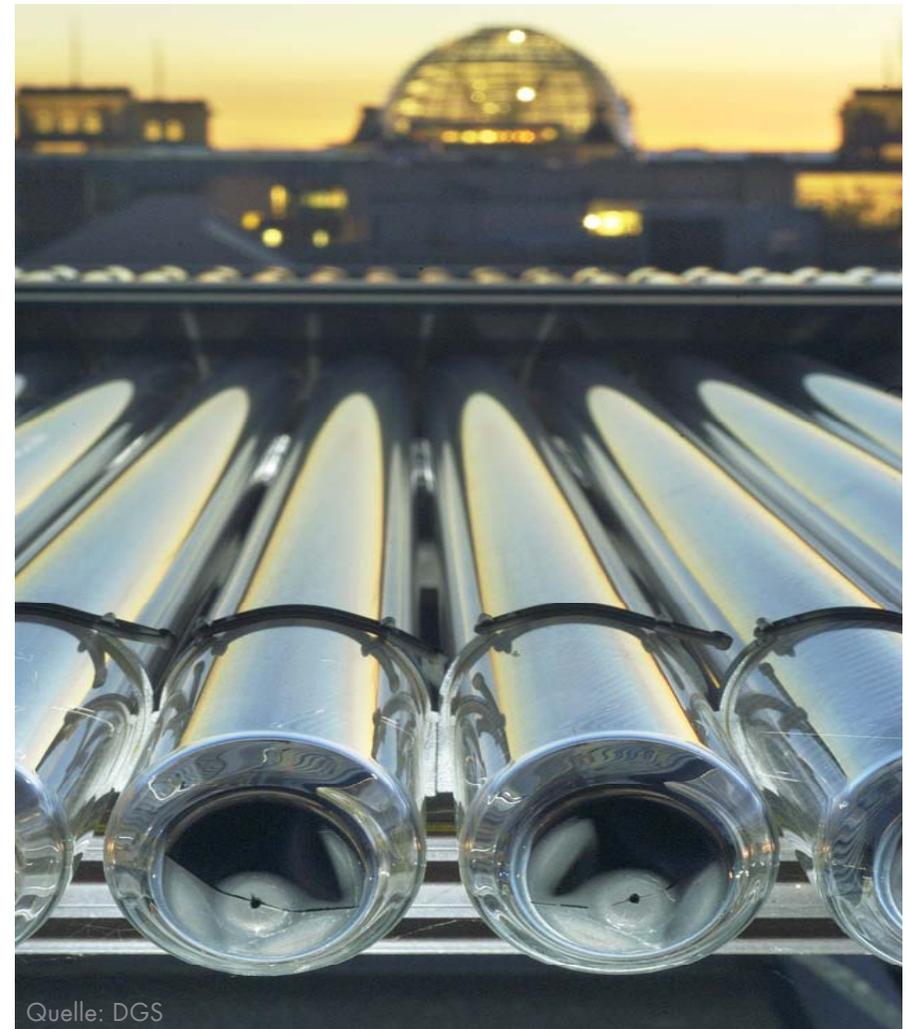


Quelle: Homepage Feuerwehr Inspektion – Bad Kötzingen,

Motivation – Solarthermie

Sonnenstrahlung wird zur Warmwassererzeugung genutzt. Je nach System kann Brauchwasser erwärmt aber auch die Heizung unterstützt werden.

- > Energie-/Heizkosten senken
- > Umweltfreundliche Energien nutzen
- > Finanziell interessant durch div. Förderungen
- > Einsatz modernster Technik



Quelle: DGS

Motivation – Fotovoltaik (Photovoltaik - PV)

Sonnenstrahlung wird zur Erzeugung von Strom genutzt. Der durchschnittliche Strombedarf eines 4 Personenhaushalt in Deutschland liegt bei ca. 4000 kWh/Jahr.

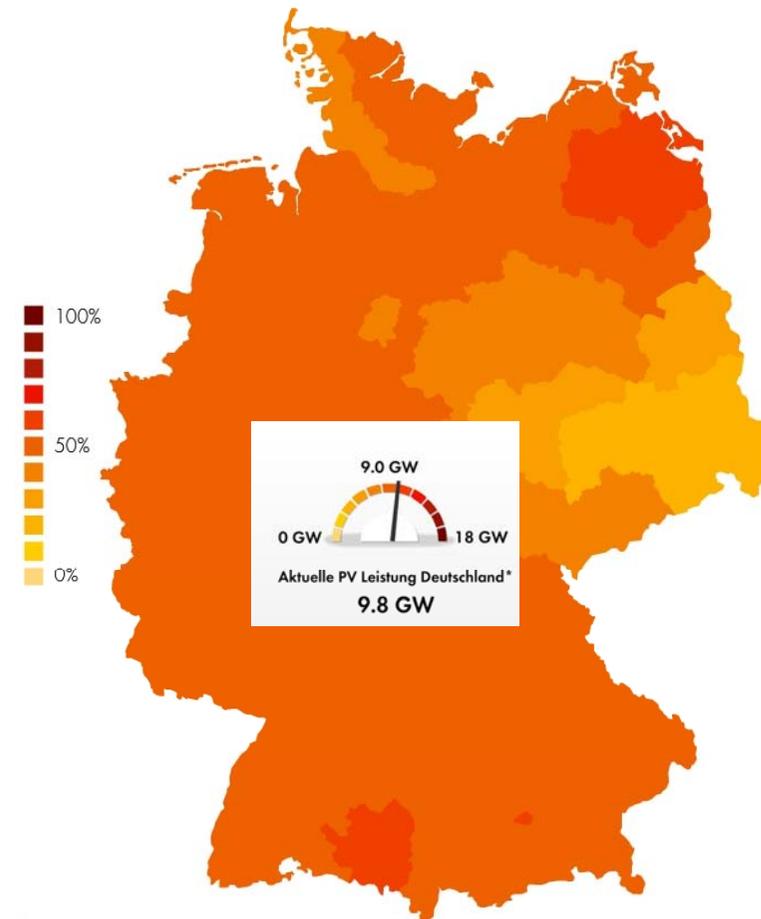
Diese Menge elektrische Energie produziert eine etwa 4-5 kWp große PV-Anlage.

- > Energie mit der Eigenanlage selbst produzieren
- > Gut für die Umwelt
 - > Bereits nach ca. 5 Jahren CO₂ neutral
- > Modular erweiterbar
- > Einsatz modernster Technik
- > Unabhängigkeit



Förderprogramme

- > Solarstrom wird in Deutschland bereits seit 1990 gefördert
- > Ähnliche Förder-Programme nach deutschem Vorbild gibt es heute in über 40 Ländern
- > Aktuelle Vergütungssätze für Solarenergie in Deutschland festgelegt im EEG

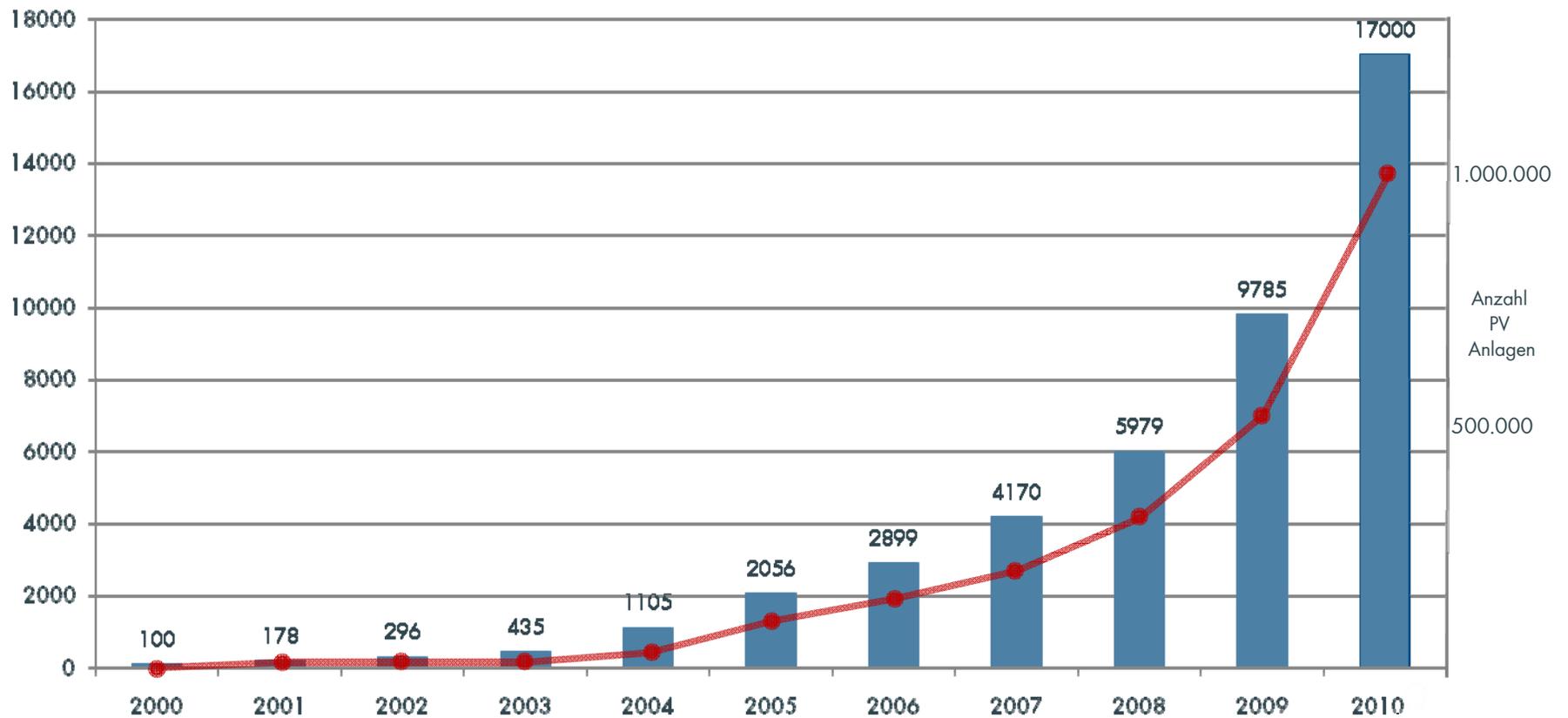


Relative Solarleistung in Deutschland
vom 02.08.2011 um 10 Uhr 48

Marktdaten – Installierte Anlagenleistung

Solarstrom, ein wichtiger Stützpfeiler für eine nachhaltige Energieversorgung in Deutschland

Installierte PV Leistung [MWp] in Deutschland



Quelle: Bundesverband Solarwirtschaft, Bundesnetzagentur, 2010

Marktdaten – in Zahlen

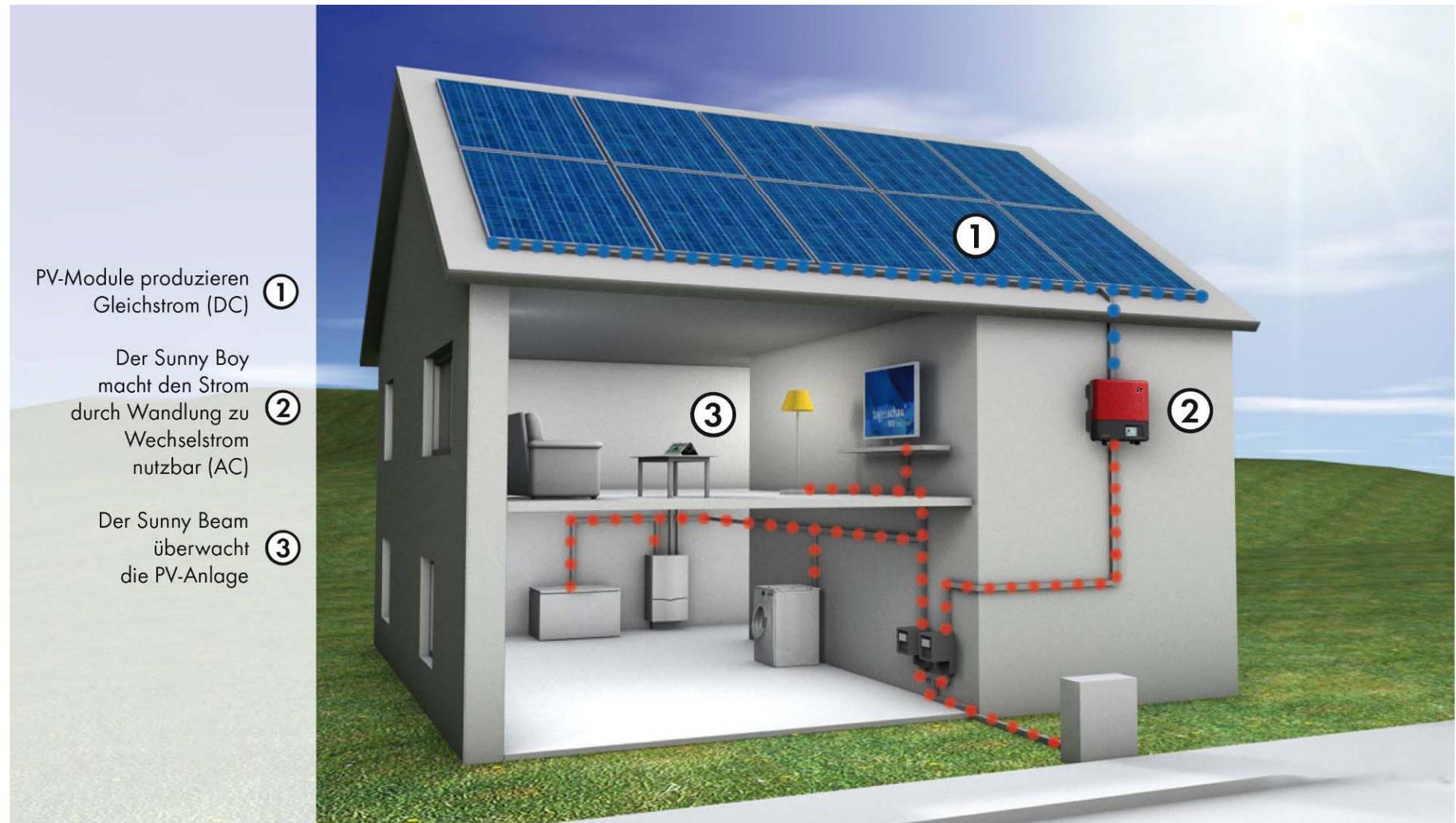
- > 2002 waren in der BRD Siedlungs- und Verkehrsflächen mit der Größe von ca. 48.000 Km² registriert.
(Gesamtgröße BRD : 357.112 Km²)

- > 17 GWp installierte Solarleistung bis Ende 2010
 - > PV Generatorfläche, entspricht einer Fläche von ca. 170 Mio. m² (170 Km²)

- > Aktuell ca. 1 Mio. Photovoltaik Anlagen
- > Aktuell ca. 1,5 Mio. Solarthermie Anlagen



PV-Anlagen – typischer Aufbau



PV-Anlagen – Anwendungsbereiche



PV-Anlagen – Anwendungsbereiche



PV-Anlagen – Anwendungsbereiche



PV-Anlagen – Anwendungsbereiche



Komponenten – mechanisch

Unterkonstruktion des Generators:

> Schrägdach

- > Dachhaken/Verschraubung (Edelstahl)
- > Gestell (zumeist Aluminium-Profile)
- > Ähnlicher Aufbau auch bei der Solarthermie.
- > Solarmodule werden mittels Modulklemmen auf dem Aluminiumgestell befestigt (Klemmverbindung)



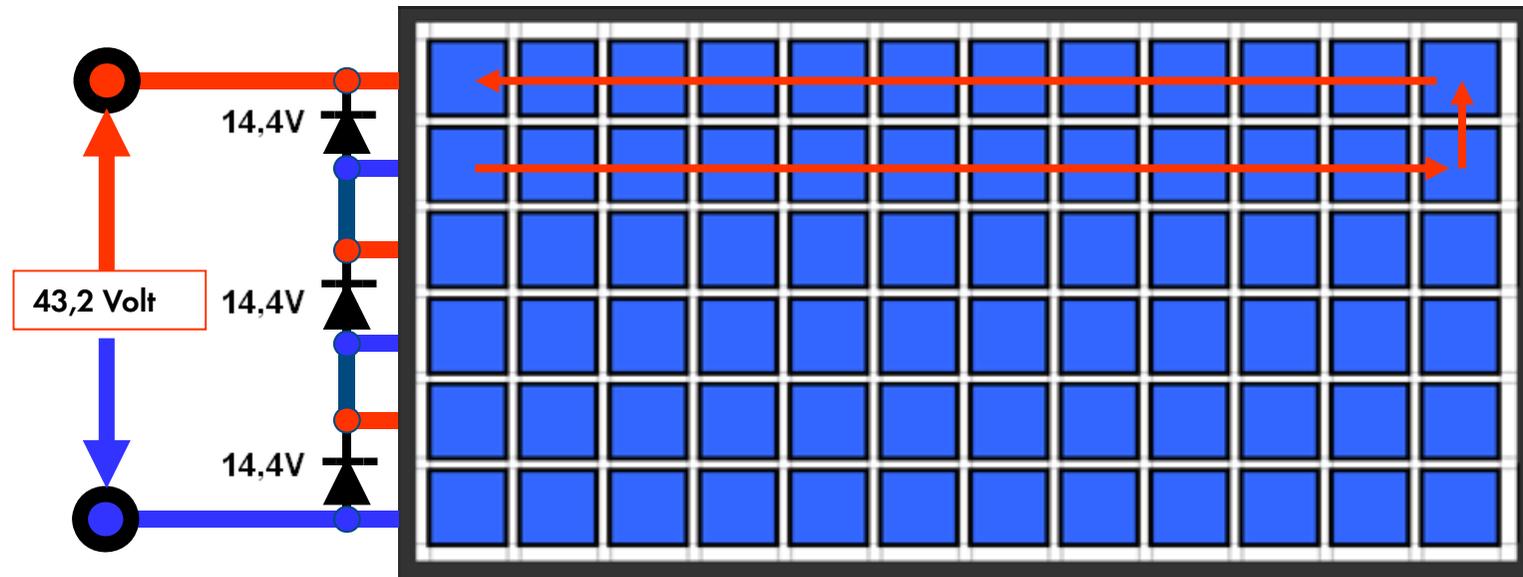
> Flachdach

- > Aufständerung aus Aluminium mit Beschwerung
- > Montagewannen (oft aus recycelten Kunststoffen)



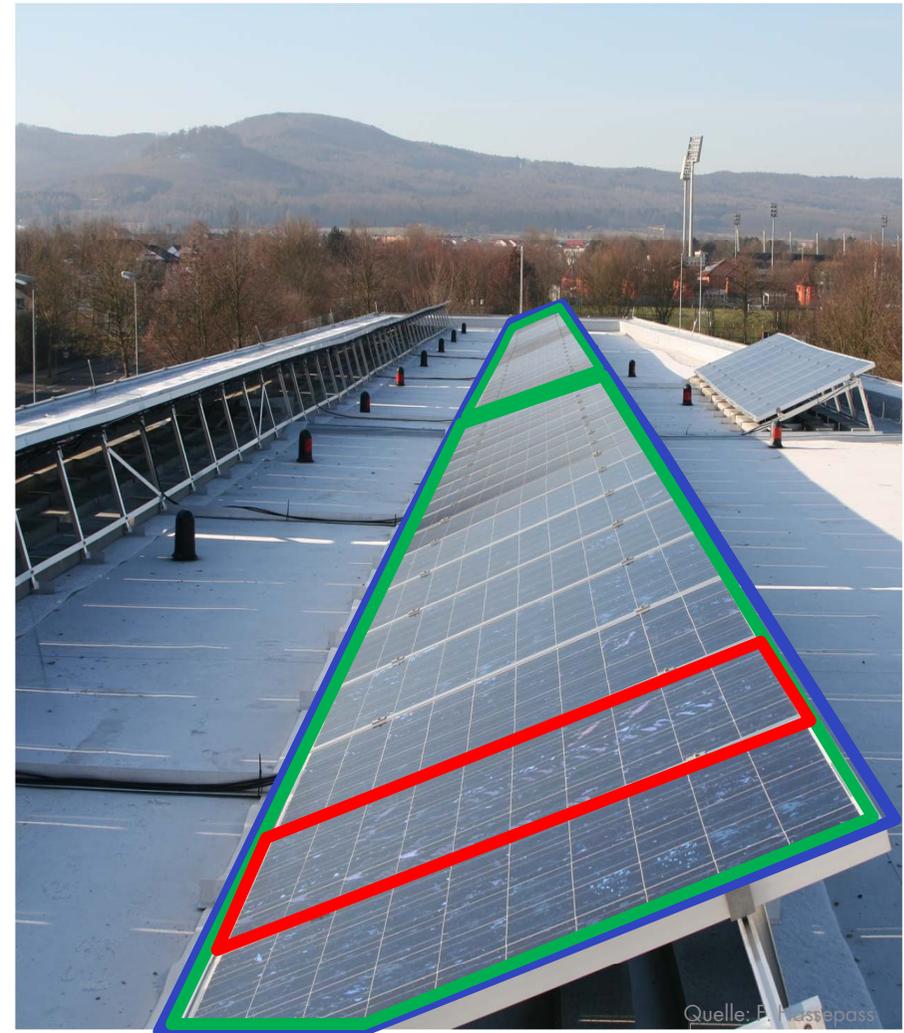
Komponenten – PV-Modul

- > Ein Standard PV-Modul (kristallin) besteht aus mehreren in Reihe geschalteten Solarzellen
- > Die übliche Spannung eines Solarmoduls beträgt etwa 40 Volt.



Komponenten – Generator

- > Ein Solarmodul hat eine Leerlaufspannung von ca. 40 Volt
 - > Ein String besteht aus seriell (in Reihe) verschalteten Modulen
 - > Typische Stringspannung bis 1000 Volt
 - > Ein PV Generator besteht aus einem oder mehreren parallelgeschalteten Modulstrings
- ▶▶ Max. Spannung des gesamten Generators ist 1000 Volt



Komponenten – Generatoranschlusskasten

- > Manche Solarstromanlagen besitzen Generatoranschlusskästen (GAK) zur Parallelschaltung der Modulstrings

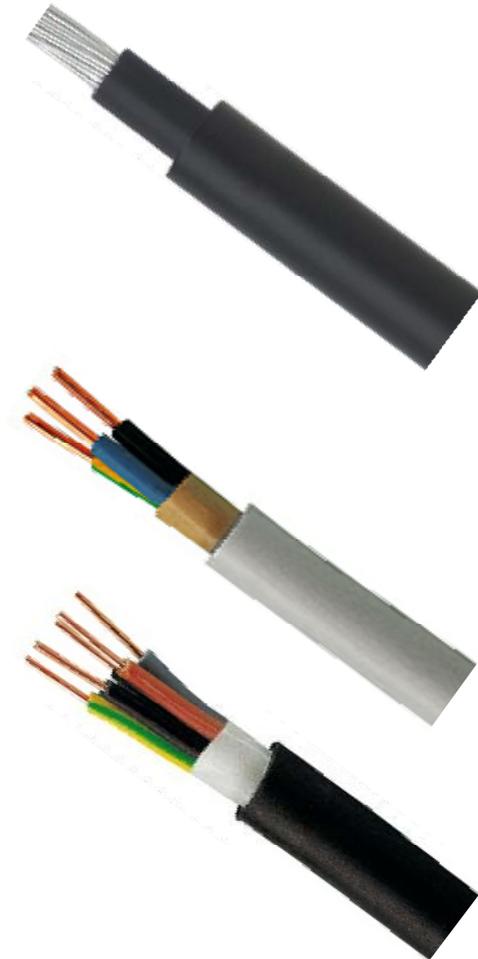


Komponenten – Leitungen

- > Solarleitung

- > Wechselstromleitung
 - > Feuchtraumleitung NYM
 - > Erdkabel NYY

- ▶▶ **Achtung: Leitungen ggf. verwechselbar!**
- ▶▶ **Arbeiten an Leitungen nur durch Elektrofachkräfte!**



Komponenten – SMA Wechselrichter



Sunny Boy

Sunny Boy TL-20

Sunny Mini Central

Sunny Tripower

Komponenten – Zählerschrank/Hausanschlusskasten

- > Zählerschrank beinhaltet u.a.:
 - > Einspeise-/Verbrauchszähler
 - > SLS – Selektiver Leitungsschutzschalter
 - > Sicherungselemente
 - > FI-Schutzschalter

 - > HAK – Hausanschlusskasten
 - > Bindet die Installation ans öffentliche Netz an
 - > Zu finden im Haus, am Haus oder auf dem Grundstück
- ▶ AC-seitig lassen sich PV-Anlagen dort freischalten



Gefahrenanalyse

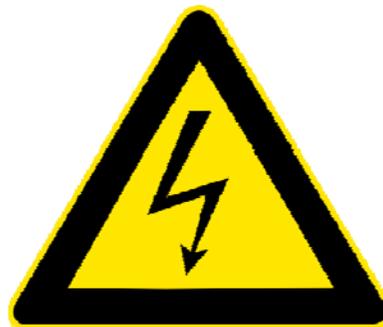


Gefahrenanalyse – Elektrizität

„Ich glaube nur das, was ich sehe...“

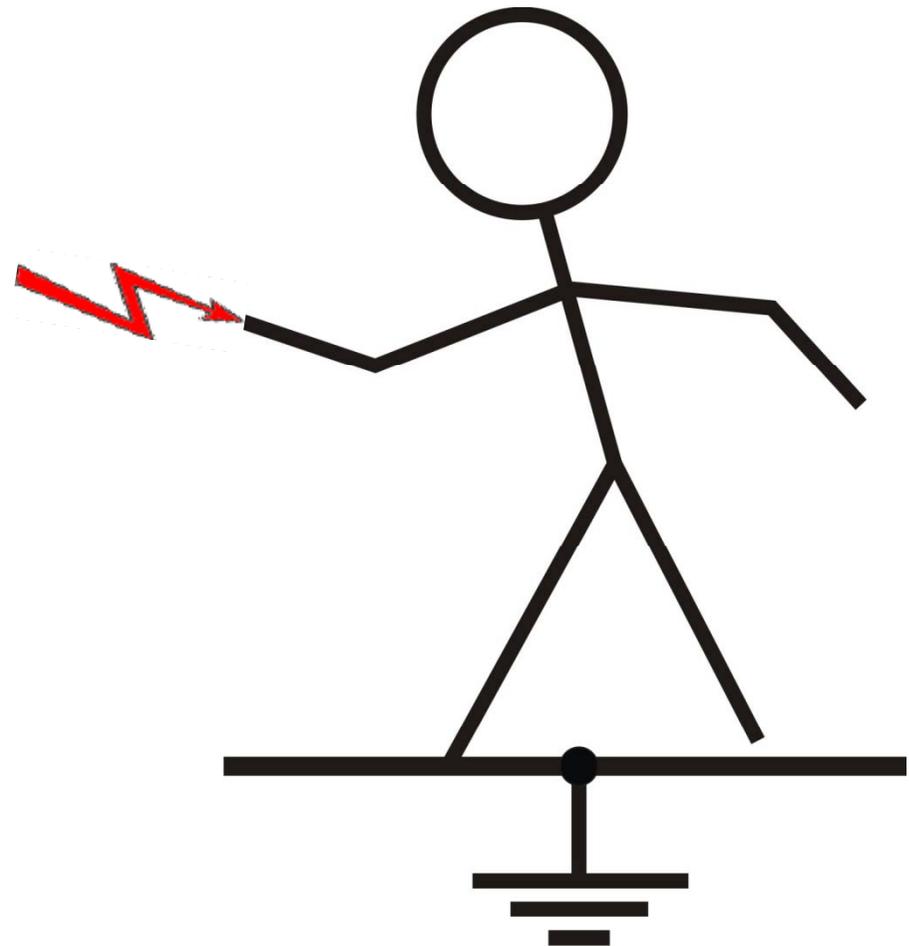
Falls Sie diese Aussage auf den Umgang mit der
Elektrizität übertragen, ist Ihr Leben

gefährdet!



Gefahrenanalyse – Elektrizität

- > Der Widerstand, den der menschliche Körper dem Strom entgegensetzt, ist abhängig von dem im Körper zurückgelegten Weg, sowie weiteren Faktoren wie z.B. nasse/trockene Bedingungen, Erdungswiderstand etc.



Gefahrenanalyse – Sicherheitsregeln für Arbeiten in und an elektrischen Anlagen

- > Arbeiten nur durch Elektrofachkräfte
 - > Schaltvorgänge nur durch Elektrofachkräfte
 - > Unter Spannung stehende Teile abdecken/abschranken

- > GUV-I 8677 (Elektrische Gefahren an der Einsatzstelle)

- > Mindestabstände bei Löschmitteleinsatz gemäß DIN VDE 0132
(Brandbekämpfung an elektrischen Anlagen)

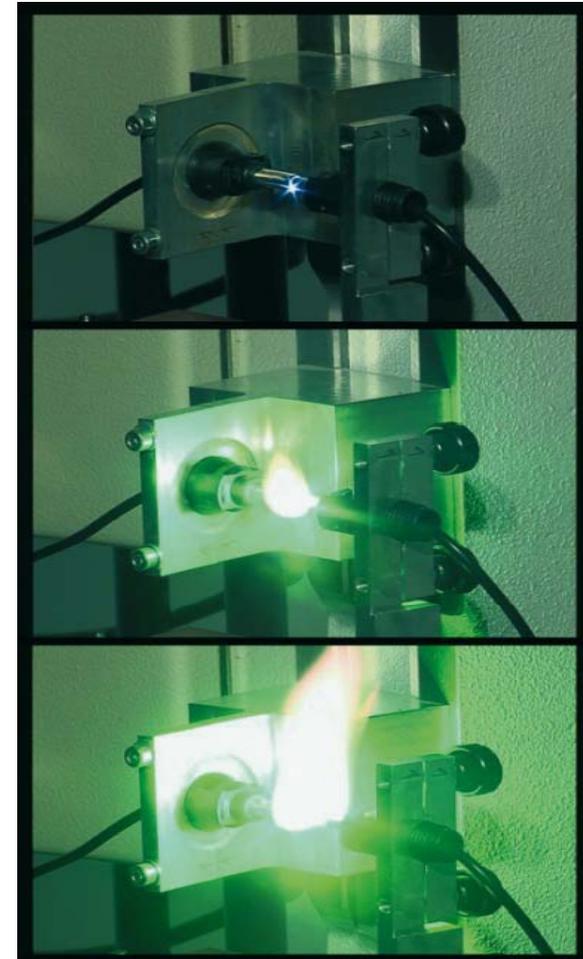
- ▶▶ **Keine Unterscheidung der DIN VDE 0132 zwischen elektrischen Anlagen und Solarstromanlagen**

Gefahrenanalyse – PV-Modul

- > Abrutschen im Brandfall (Trümmerschatten beachten)
- > Einsturz (erhöhte Dachlast beachten)
- > Toxische Gase (Brand von Rückseiten- und Einbettfolien)
- > Bersten der Glasfront
- > Geschlossene Modulfläche
- > Kurzschluss
- > Lichtbogen
- > Thermische Zerstörung der Leitungsisolierung

Gefahrenanalyse – DC-Leitung/Wechselrichter

- > Lichtbogen bei Trennung von Steckverbindungen möglich
- > Selbst bei freigeschaltetem Hausanschlusskasten liegt Gleichspannung weiter an
- > Nach Abschluß der Arbeiten ist die Solarstromanlage ordnungsgemäß stillzulegen



Zusammenfassung – Gefahren

- ▶▶ **Vollständige Schutzbekleidung verringert Körperstrom (Handschuhe, Stiefel)**
- ▶▶ **Vermeiden nasser Kleidung**
- ▶▶ **Einhaltung relevanter Sicherheitsregeln**
- ▶▶ **Gleichspannungen bis 1000 Volt entsprechen der identischen Gefahrenklasse wie Wechselspannungen von 230/400 Volt**
- ▶▶ **Gefahr besteht nur bei beschädigter Anlage**

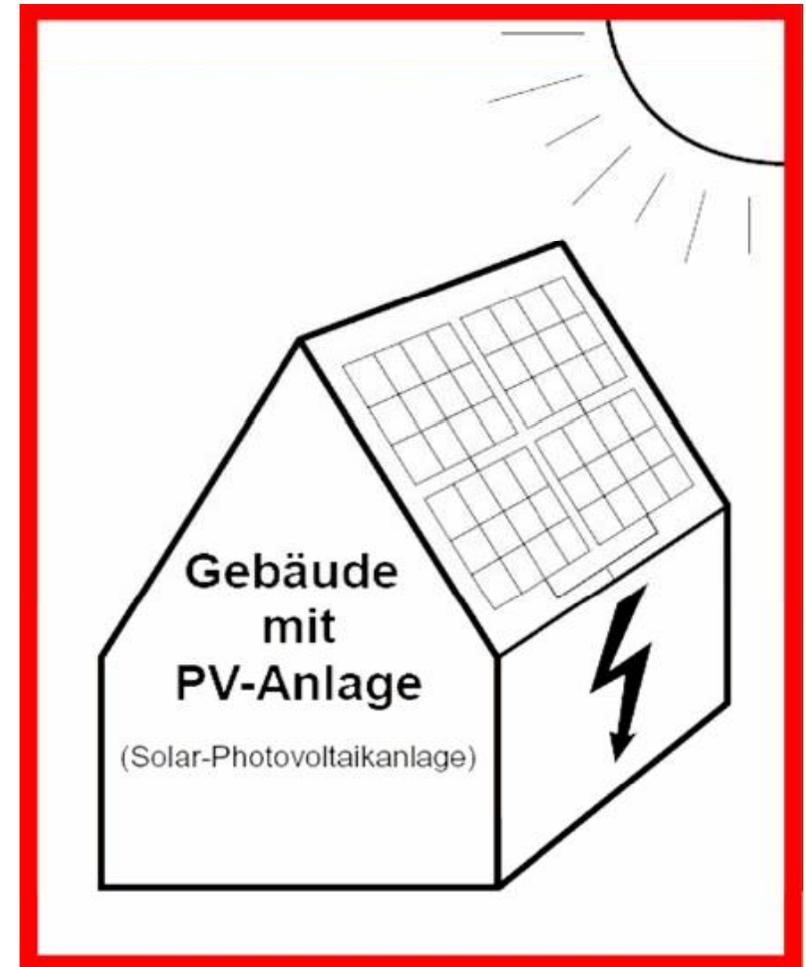
Sicherheit im Einsatz



Sicherheit: Forderungen

Anforderungen/Maßnahmen gemäß der Studie des Bundesverband Solarwirtschaft:

- > keine gefährlichen, berührbaren DC-Spannungen im Gebäude
- > Personenrettung und Brandbekämpfung in Gebäuden muß ohne Gefährdung der Einsatzkräfte durchführbar sein
- > Der Schutz der Einsatzkräfte im Gebäudeinneren hat Priorität, da Leitungswege nicht immer offensichtlich sind
- > Hinweise auf das Vorhandensein einer PV-Anlage (Bild im Zählerschrank/Hausanschlusskasten)



Sicherheit: Baulicher Brandschutz

Im baulichen Brandschutz sind viele der Forderungen/Maßnahmen des Bundesverband Solarwirtschaft realisiert:

- > Verwendung von Kabeltrassen
 - > Leitungsführung ist definiert, keine losen Kabel
- > Feuerbeständige Verlegung von Gleichspannungsleitungen
 - > Unterputz
- > Gleichspannungsleitungen nicht ungeschützt im Haus verlegen
- > Wechselrichter im Außenbereich

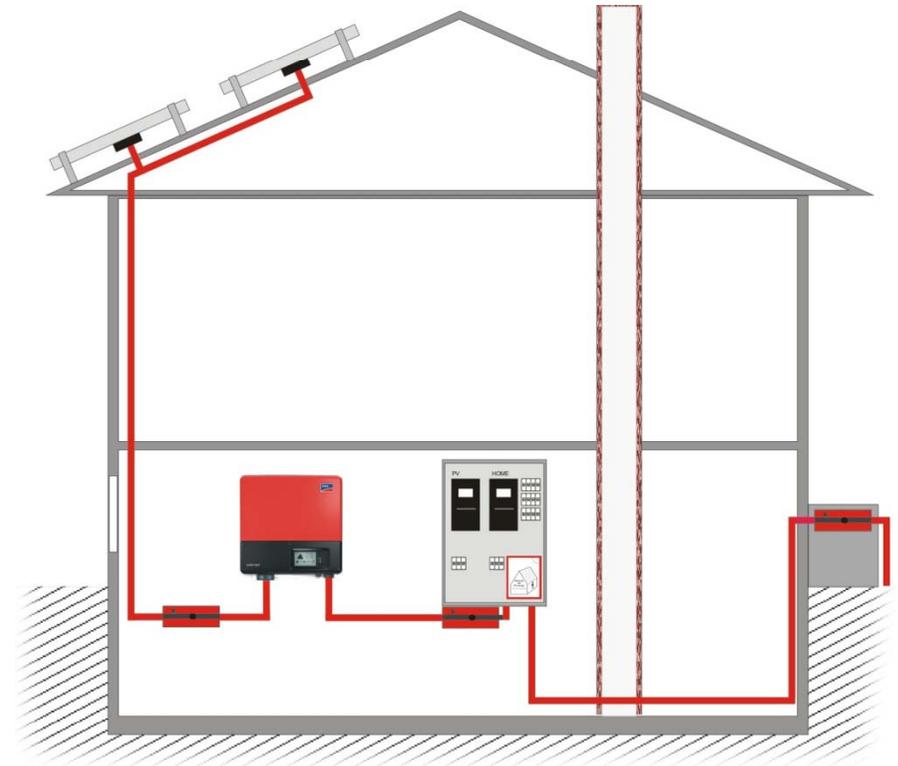


Sicherheit: Baulicher Brandschutz

Einsatz von Baustoffen und deren Verwendung sind in Deutschland in der DIN 4102, ENV 1992-1-2 und DIN 18230 geregelt.

Brandschutzverordnung ist Länderverantwortlichkeit.

- > Halogenfreie Leitungen
- > Leitungsverlauf mit Brandschott gesichert
- > Brandmeldeanlagen/Rauchwarnmelder
- > Generatorfreischalter am Gebäudeeintritt
- > Verlegung der DC-Leitungen außen



Verhalten an der Einsatzstelle



Quelle: <http://www.wiesentbote.de/2010/11/01/standig-unter-strom-photovoltaikanlagen-durchaus-gefahrlich-fur-einsatzkraefte/>

Verhalten an der Einsatzstelle

- > Bereiche sichern
- > Unbefugte fernhalten
- > Nach Freischalten der Anlage weiterhin am Solargenerator hohe Gleichspannung
- > Abstand von 1 Meter zu den spannungsführenden Anlagen (DIN VDE 0132)
- > Modulflächen nicht betreten



Quelle: http://lh5.ggpht.com/p3oCjkBpi2E/R8wXiKo9TgE/AAAAAAAAABFs/sr1nRee6_g/UnwettereinsatzBaumAufHausSombornerstraE.jpg (Feuerwehr Oberrodenbach)

Verhalten an der Einsatzstelle im Brandfall

- > Wahl des Löschmittels
 - > Wasser - geeignet
(unter Einhaltung der Mindestabstände)
 - > CO₂ - geeignet
(innen, Erstickungsgefahr bei hoher Konzentration)
 - > Schaum - nicht geeignet
(leitende Verbindung -> Personengefährdung)
 - > Pulver - bedingt geeignet
(bildet ggf. leitfähige Schichten)

- > Löschabstände bei Einsatz von Wasser
(Angaben bei CM-Strahlrohr)
 - > **Niederspannung** - Sprühstrahl 1m, Vollstrahl 5m
 - > Hochspannung - Sprühstrahl 5m, Vollstrahl 10m



Quelle: <http://www.flickr.com/photos/ff-brk/3886110967/sizes/o/in/set-72157621944907732/>
(Feuerwehr Bruchköbel)

Zusammenfassung – Einsatz

- ▶▶ **Bis zur Freischaltung des Gebäudes besteht im Vorgehen kein Unterschied zu Gebäuden ohne PV**
- ▶▶ **Einhaltung der Forderungen des baulichen Brandschutzes**
- ▶▶ **Einhaltung der Löschabstände**

Besonderheiten an der Einsatzstelle

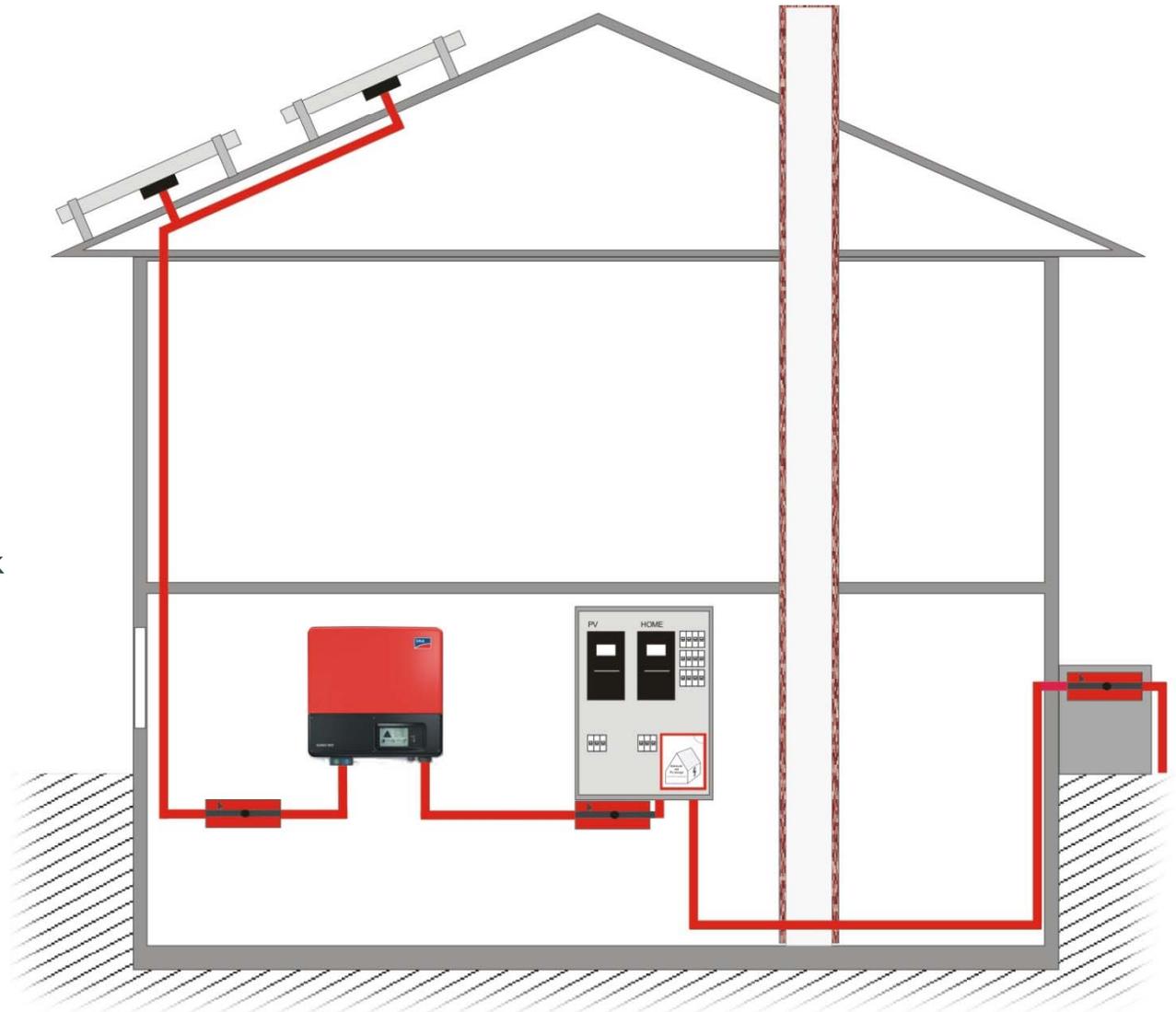


Quelle: Feuerwehr Herdecke

Besonderheiten an der Einsatzstelle

Prinzip einer PV-Hausinstallation:

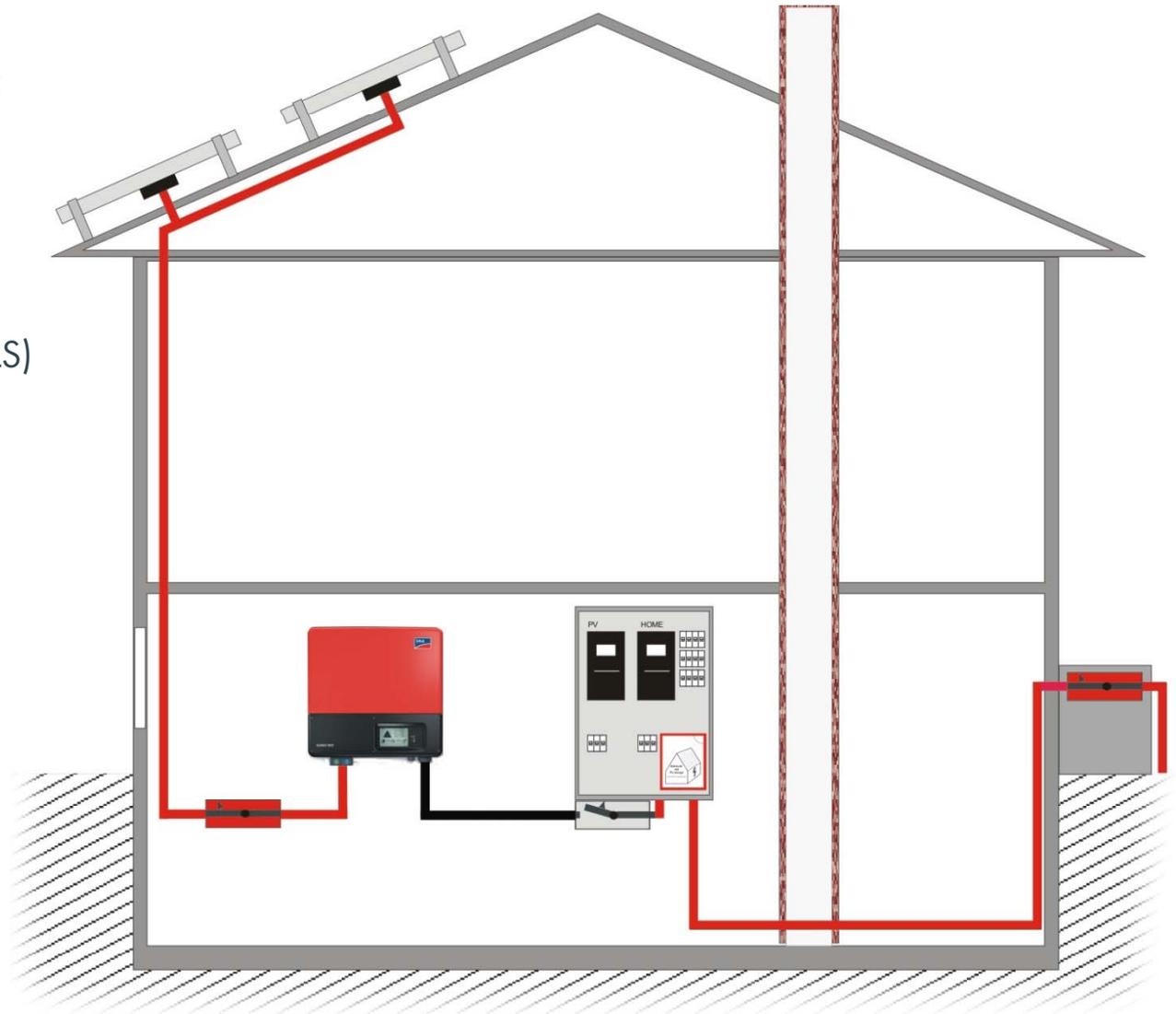
- > DC Leitung führen die DC-Spannung vom Dach zum Wechselrichter
- > Wechselrichter ist durch DC Schalter freischaltbar
- > AC Seite ist im Zählerschrank über Sicherungen, SLS, ggf. Hauptschalter freischaltbar
- > Gebäudefreischaltung über Hausanschlusskasten (Elektrofachkraft)



Besonderheiten an der Einsatzstelle

Prinzip einer PV-Hausinstallation:

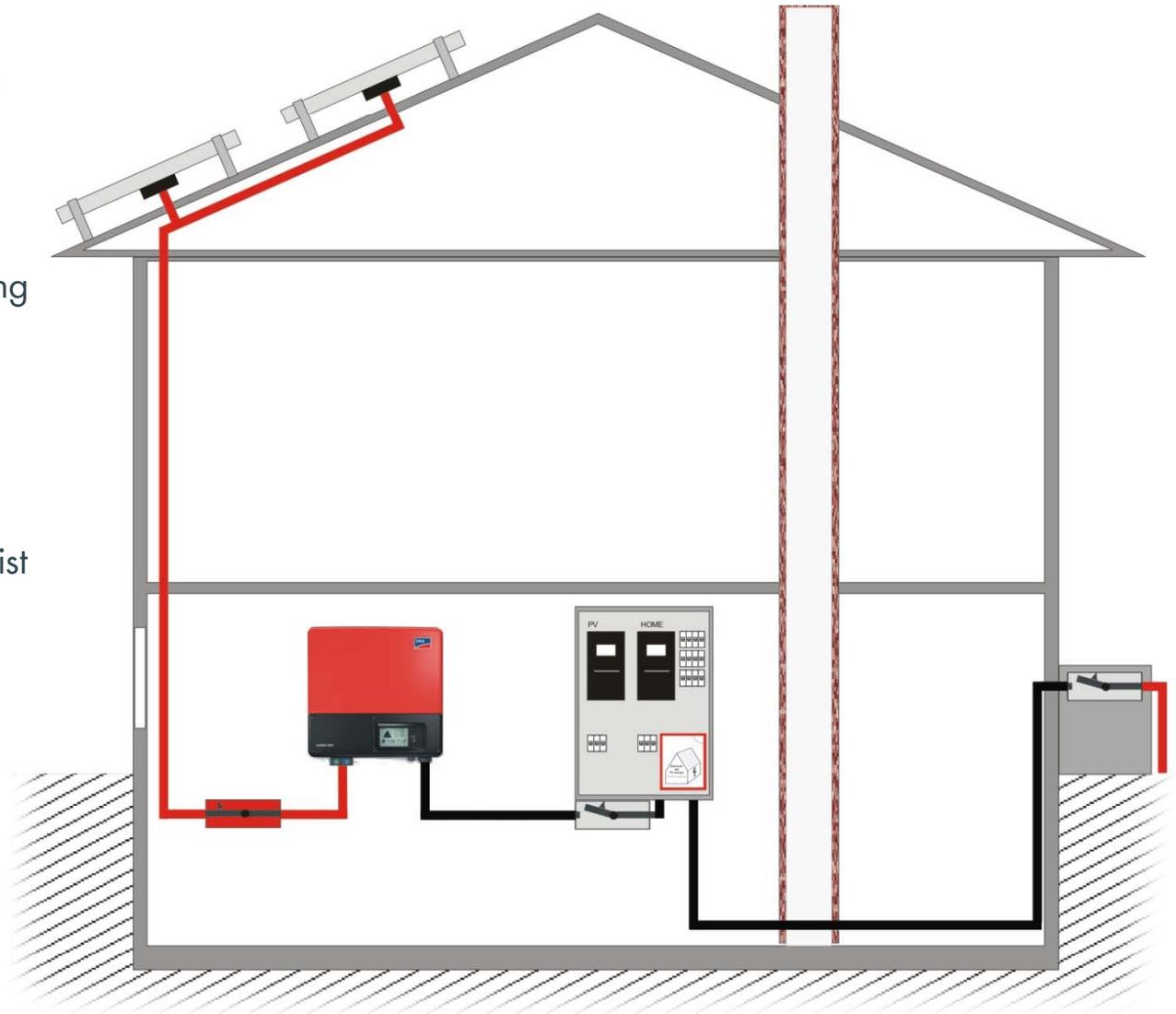
- > Nach Freischalten der Wechselstromleitung im Zählerschrank (Sicherung, SLS) führt die Gleichstromleitung weiterhin Spannung!
- > Hauptleitung bis zum Zählerschrank ist weiterhin spannungsführend



Besonderheiten an der Einsatzstelle

Prinzip einer PV-Hausinstallation:

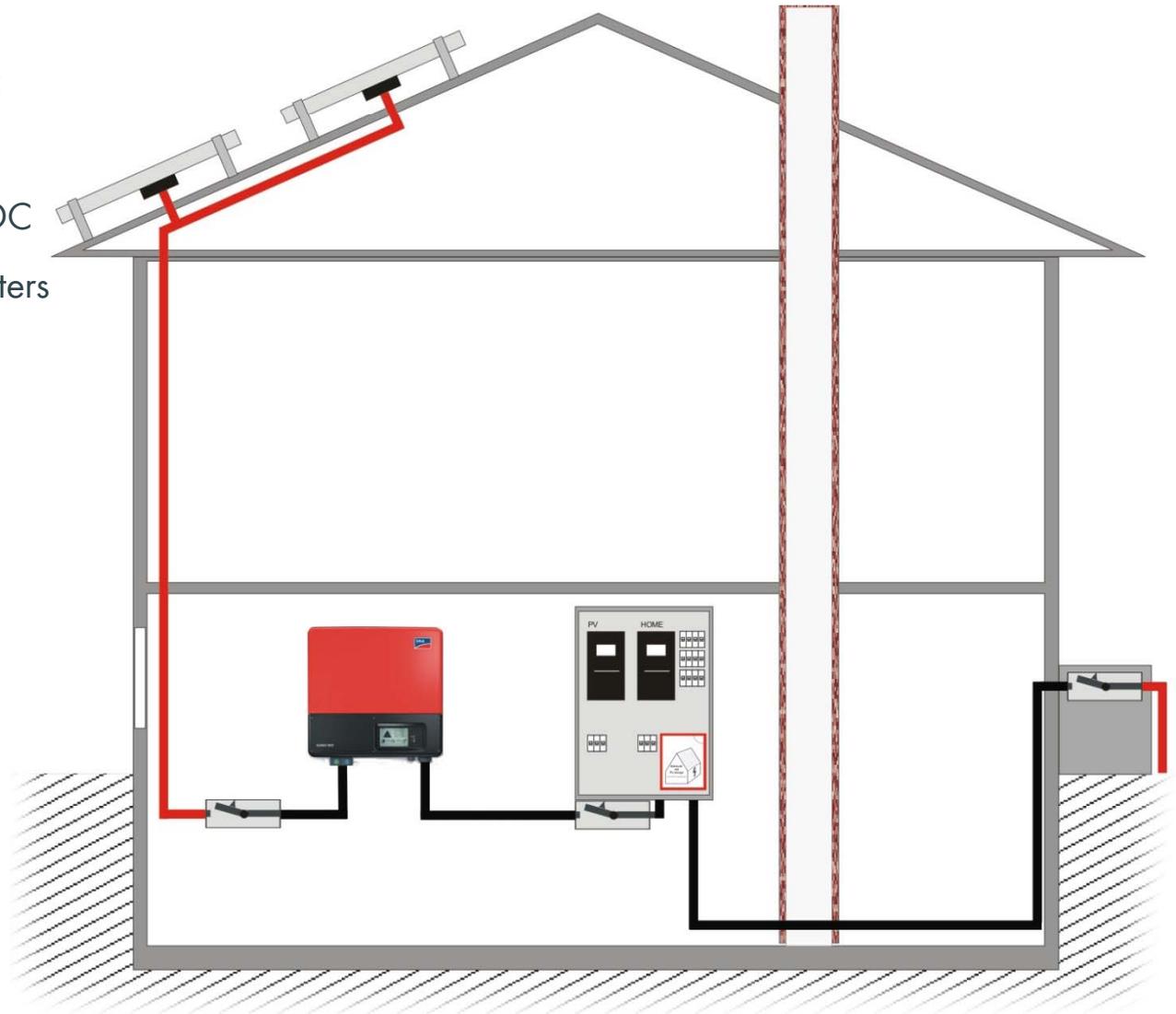
- > Gesamte Wechselstrom-Versorgung nach Freischaltung am Hausanschlusskasten ist spannungsfrei
- > Achtung: Gleichstromleitung ist weiterhin spannungsführend



Besonderheiten an der Einsatzstelle

Prinzip einer PV-Hausinstallation:

- > Auch nach Freischalten der DC Verbindung des Wechselrichters ist die Leitung weiterhin spannungsführend



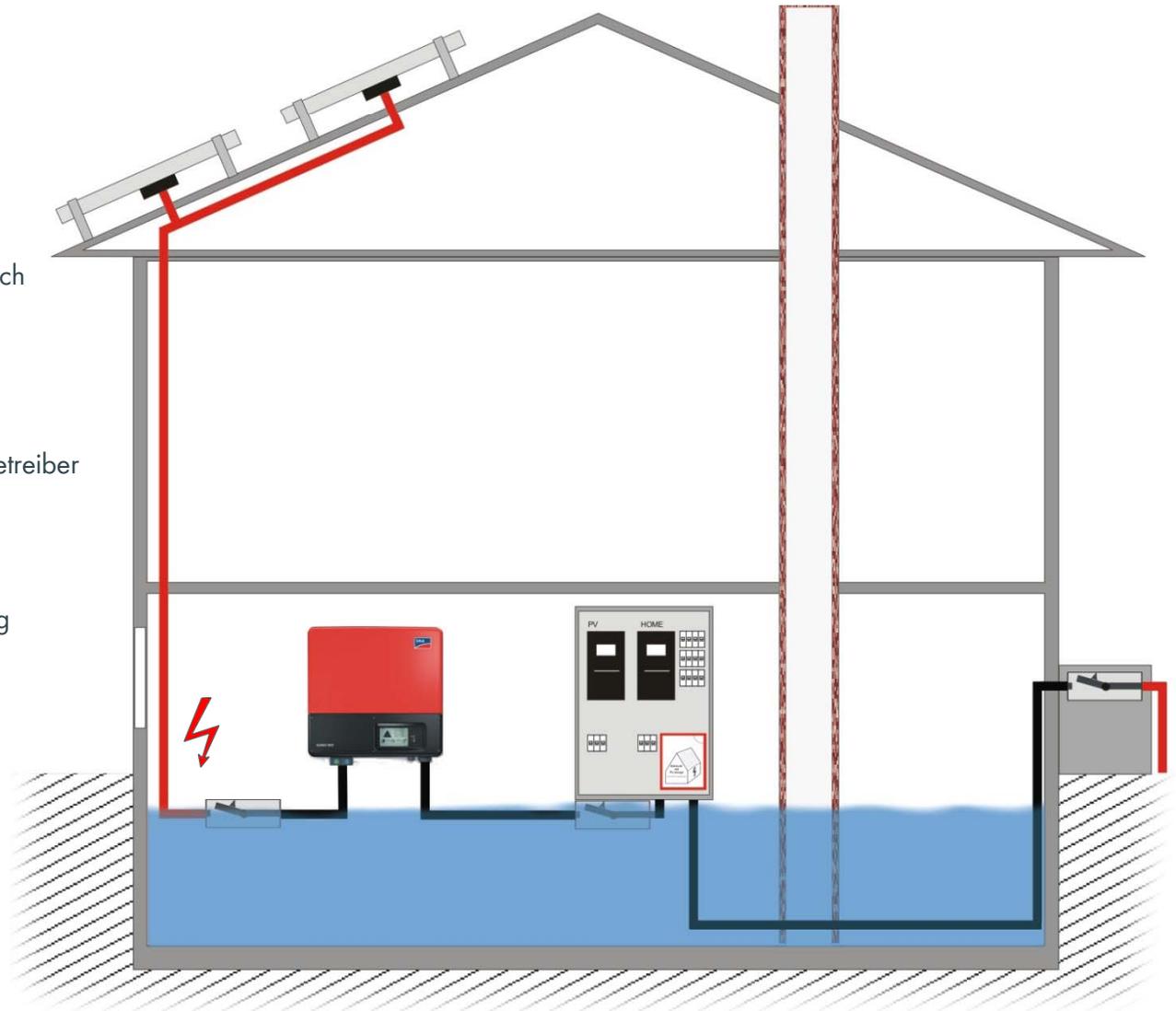
Besonderheiten an der Einsatzstelle

Zählerschrank, HAK im Keller:

- > Keller nicht überflutet:
 - > Gefahrloses Freischalten möglich

- > Keller überflutet:
 - > Freischaltung nur durch Netzbetreiber
 - > Keine Schalthandlung selbst durchführen
 - > Betreten erst nach Freischaltung möglich

▶▶ DC Freischaltung nur durch ausgebildete Elektrofachkraft



Empfehlungen

Die rot dargestellten Leitungen sind immer spannungsführend!

Ansicht A

Datum: Datum der Erstellung	Übersicht: Luftbild des Gebäudes	Projekt: Projekt-Nummer	Aufstellort der PV-Anlage: Adresse
Legende: - spannungsführende Leitung - spannungsführende Leitung (feuerfest verlegt) - PV-Generator - Position der DC-Freischaltvorrichtung		Kunde: Name und Mobilfunknummer	Erstellt durch: Komplette Adresse und Telefonnummer des Anlagenerstellers
		Inhalt: PV-Anlage Übersichtsplan für Einsatzkräfte	
		Notfallnummer: Name und Mobilfunknummer	

Brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung von PV-Anlagen

BSW | **BFSB** | **VERBUND** | **DGS** | **ZVEH**

Checkliste

Unabhängig von den hier gegebenen Empfehlungen sind die üblichen Einzahlgrößen sowie die folgenden Maße weiterhin maßgebend!

```

    graph TD
        Q1{PV-Anlage unverletzt?} -- Ja --> Q2{Anlagenabgabe unverletzt?}
        Q1 -- Nein --> A1[Wechselstrom abschließen]
        Q2 -- Ja --> Q3{Gleichstrom Freischaltvorrichtung vorhanden?}
        Q2 -- Nein --> A2[Wechselstrom abschließen]
        Q3 -- Ja --> Q4{Gleichstrom Freischaltvorrichtung zugänglich?}
        Q3 -- Nein --> A3[Wechselstrom abschließen]
        Q4 -- Ja --> Q5{Gleichstrom Freischaltvorrichtung abschließen?}
        Q4 -- Nein --> A4[Wechselstrom abschließen]
        Q5 -- Ja --> A5[Keine Gefahr durch PV-Anlage]
        Q5 -- Nein --> A6[Keine Gefahr durch PV-Anlage]
    
```

Keine Gefahr durch PV-Anlage
Leitungen und Bauteile der PV-Anlage führen bis zum Gleichstrom-Freischaltvorrichtung. Leitungen sind gegen elektrische Spannung geschützt.

Besondere Vorsicht erforderlich!
Leitungen und Bauteile der PV-Anlage führen bis zum Wechselstrom im LICHT entfallt ständig elektrische Spannung.

Besondere Vorsicht erforderlich!
Leitungen und Bauteile der PV-Anlage führen bis zum Wechselstrom im LICHT entfallt ständig elektrische Spannung.

Überlastete Bereiche Abstand einhalten! | **Überlastete Bereiche Abstand einhalten und PV-Anlage trennsicher!**

Handlungsempfehlungen Photovoltaikanlagen

Vorgehensweise im Schadenfall für stromerzeugende Solaranlagen

BSW | **DGUV** | **VERBUND** | **GDV**

Technische Hinweise

1. Erkennung des Einsatzortes - Photovoltaik (PV)-Anlage vorhanden?
Überblick verschaffen:
• Lage der Komponenten?
• Anlagenabgabe unverletzt?
• Einsatzort und eventuelle Gefahren erkennen, ggf. Bereiche abgrenzen.

Grundsätzliche Annahme:
Anlage führt bis zu 1000 Volt Gleichspannung
Vorgehensweise analog wie bei 230/400 Volt Wechselstromanlagen.

2. Einsatz - nach VDE 0132 vorgehen
• Abstand zu spannungsführenden Teilen, bis;
• Schutzhandlungen nur am Gleichstrom Freischaltvorrichtung und an Wechselstrom-Sicherungen durchzuführen; sonst besteht Lichtbogengefahr im Gleichstrom-Bereich (Bereich von Modulen bis Gleichstrom-Freischaltvorrichtung, siehe Grafik „PV-Anlage“);
• Mindestabstände beim Löscharbeiten! (Tabelle, siehe Tabelle);
• Elektroisolation! Handschuhe;
• Überlastete Bereiche: Abstand einhalten und Elektroisolation! betriebsstellen.

Mindestabstände beim Mehrweckstrahlrohr

Strahlbreite DIN 14365-CM	Wochenspannung bis 10kV (AC 10kV oder 10kV 10kV)	Wochenspannung bis 10kV oder Gleichspannung über 10kV (AC 10kV oder 10kV 10kV)
10m	Ja	Nein
15m	Nein	Nein

3. Beendigung des Einsatzes
• Mögliche Gefahrenbereiche abgrenzen.
• PV-Anlage durch PV-Fachfirma in sicheren Zustand setzen und gegen Wiederanschalten sichern, z.B. Befragung des Betreibers, Brand-Intervall, dies zu tun.
• Einsatzort an Betreiber übergeben.

4. Sonstige Gefahren
• **Freisetzen Gase:** Gefährdung wie bei anderen Hausarbeiten, z.B. durch einatmen, Lüftungsanlagen ggf. abschalten, betroffene Bereiche räumen.
• **Brandrisiko:** Teile, Stromschaltkasten bei Lichtbogen, Gefährdung abgrenzen, erhöhte Dachlast beachten.
• **Ausbreitung:** Brandgefahr durch Lichtbogen im Gleichstrom-Bereich - Bereich an Lichtbogen sichern, Brandgefahr bei Aufdachanlagen - mögliche Ausbreitung beobachten.

5. Wichtige Hinweise
• Sichere Spannungsfreiheit ist nur durch Freischalten des Gleichstromspannungsbereiches möglich.
• Spannungsfreiheit muss mechanisch festgestellt werden.
• Abdecken oder Beschildern der Module als Maßnahme zur Spannungsfreiheit ist ungeeignet.
• Module dürfen grundsätzlich nicht betreten werden.
• Module und Leitungen nicht zerreißen.
• zerstörte Module als Brandgefahr betriebsstellen.

War darf weiche Schutzmaßnahmen durchgeführt?

Maßnahme	Ja	Nein
Leitungen abschließen	✓	✓
Leitungen unterbrechen	✓	✓
Leitungen unterbrechen	✓	✓
Leitungen unterbrechen	✓	✓
Leitungen unterbrechen	✓	✓
Leitungen unterbrechen	✓	✓
Leitungen unterbrechen	✓	✓
Leitungen unterbrechen	✓	✓
Leitungen unterbrechen	✓	✓
Leitungen unterbrechen	✓	✓

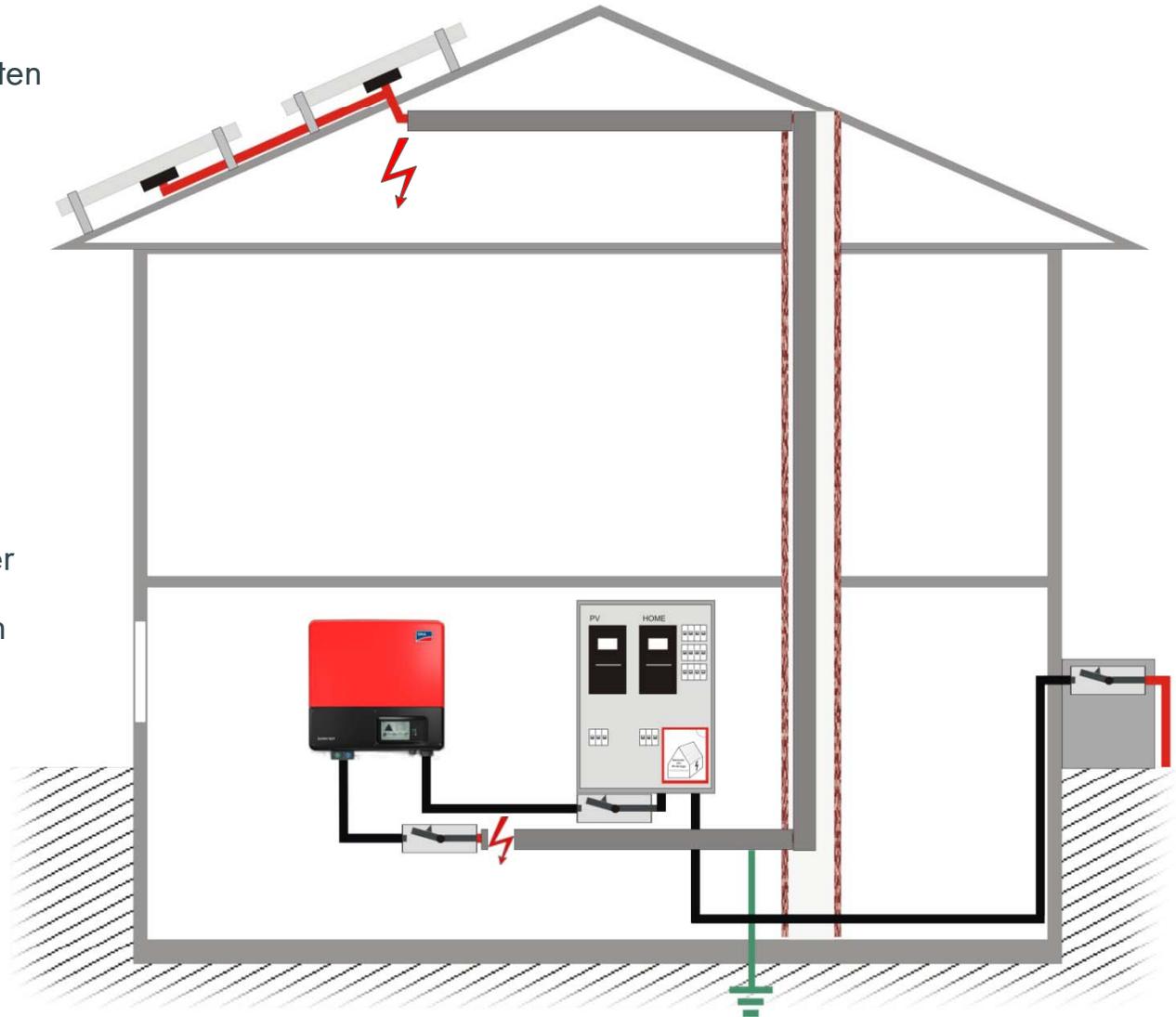
6. Einhalten der Mindestabstände für den Niederspannungsbereich
 gelten für PV-Anlagen. Hinweis: Für andere Lichtnetze als Wasser gelten andere Abstände, siehe die VDE 0222: Schutzabstände nur in spannungsfreien Anlagen!

<http://www.kleinezeitung.at/nachrichten/chronik/2013/290/nachste-unweiterfront-anmarsch>

Installationsempfehlung

Prinzip einer brandschutzgerechten PV-Hausinstallation:

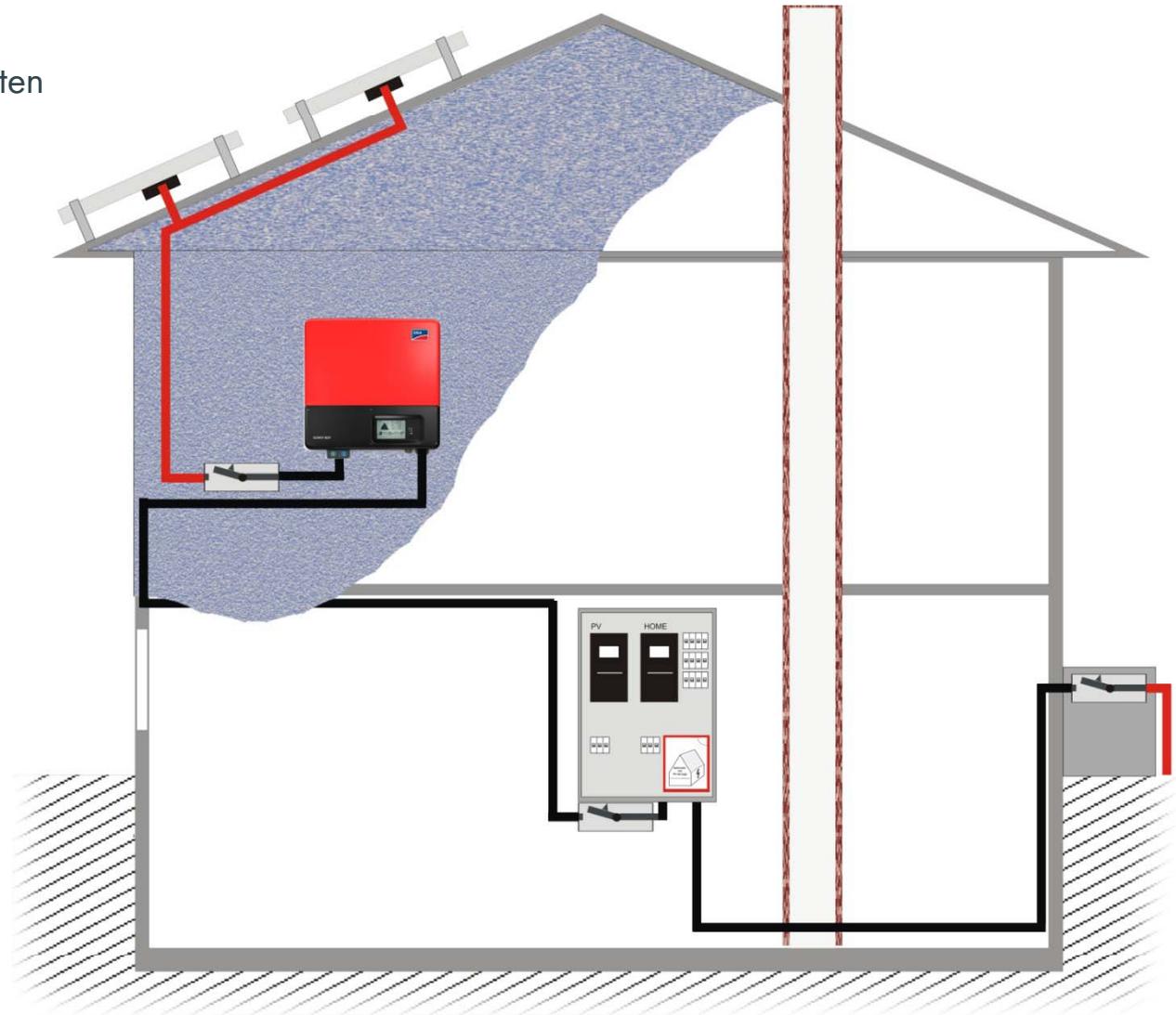
- > Beachtung des baulichen Brandschutzes
- > Zugänglicher PV-Anlagen-Übersichtsplan
- > Zugentlastung bei senkrechter Leitungsführung. Leitung nach jeweils max. 1,5 m fixieren



Installationsempfehlung

Prinzip einer brandschutzgerechten
PV-Hausinstallation:

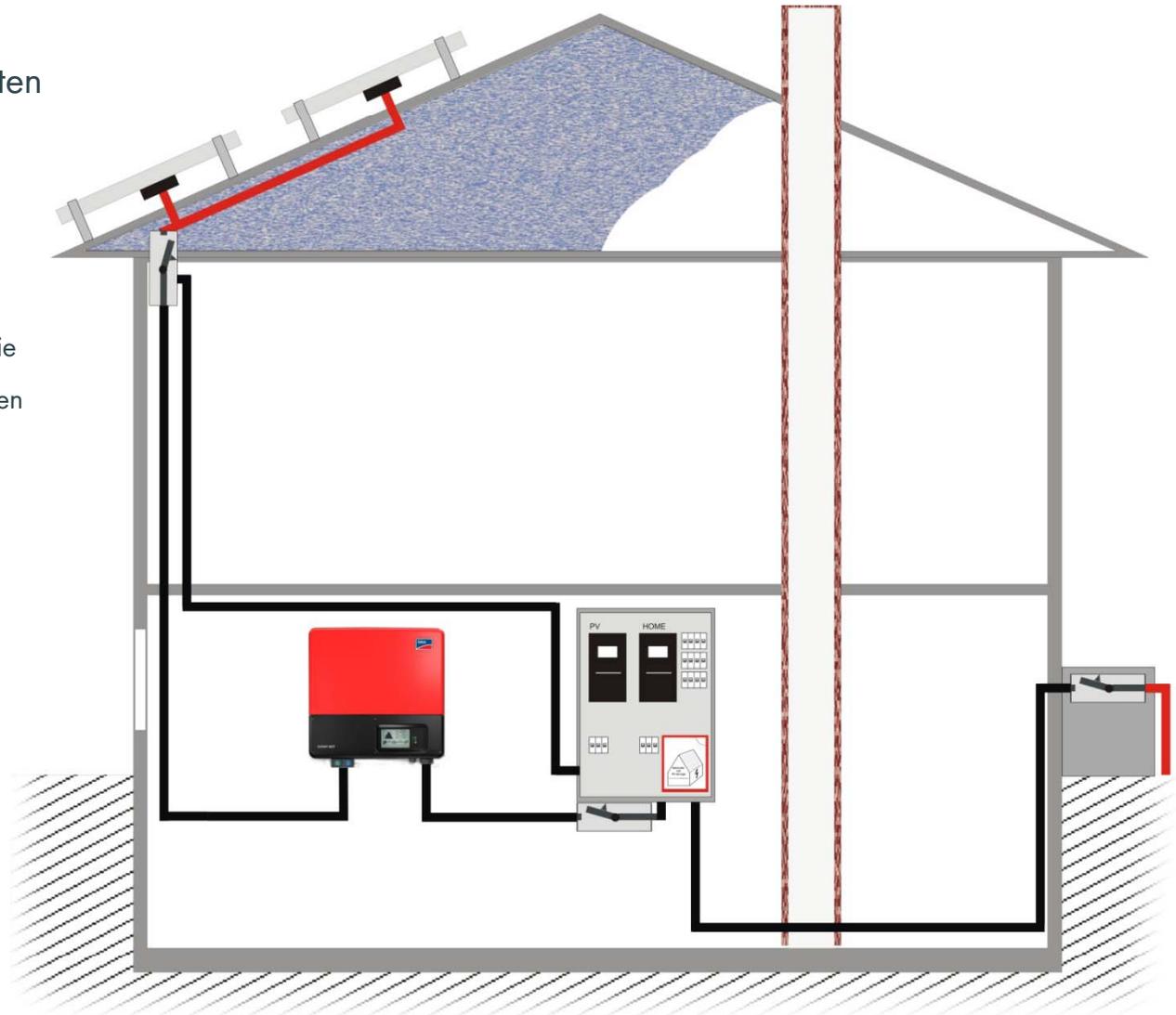
- > Verlegung DC Leitungen
außerhalb des Gebäudes
- > Installation des WR im
Außenbereich



Installationsempfehlung

Prinzip einer brandschutzgerechten
PV-Hausinstallation:

- > Feuerwehrscharter
 - > Unterbricht bei Freischaltung die
DC Verbindung zu den Modulen



Fazit

- ▶▶ **Brände in und in der Nähe von PV-Anlagen können bedenkenlos gelöscht werden**
- ▶▶ **Es droht keine Gefahr in der Nacht.
Solaranlagen können bei Dunkelheit, Mond- und Kunstlicht keine gefährlichen Spannungen/Ströme erzeugen**
- ▶▶ **Einsatzkräfte können umgehend mit Löscharbeiten beginnen**
- ▶▶ **Ein Expertenkreis der DKE* arbeitet momentan daran, weitergehende bauliche oder schaltungstechnische Maßnahmen bei der Errichtung des Gleichspannungsbereiches einer PV-Anlage festzulegen**

* DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE



SMA SOLAR | ACADEMY
Be a solar expert

Verweise

Informations-Taschenkarte: „Handlungsempfehlungen Photovoltaikanlagen“

http://www.presseportal.de/pm/50093/1682678/deutscher_feuerwehrverband_e_v_dfv

http://www.feuerwehr.muenchen.de/bd70ausb/b76downl/taschenkarte_feuerwehr_pv_bswsolar.pdf

(Letzter Zugriff: 01.05.2011)

Informationsschrift: „Einsatz an Photovoltaikanlagen“

http://www.feuerwehr.muenchen.de/bd70ausb/b76downl/BSW_Feuerwehrbroschuere_09.pdf

(Letzter Zugriff: 01.05.2011)

Informationsschrift: „Brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung von PV-Anlagen“

http://www.feuerwehr.muenchen.de/bd70ausb/b76downl/Brandschutzgerechte_Planung_Errichtung_Instandhaltung_von%20PV_Anlagen_BSW_10_03_2011.pdf

(Letzter Zugriff: 01.04.2011)

Brandbekämpfung im Bereich von PV-Anlagen

<http://www.dke.de/de/Service/Installationstechnik/Seiten/VDEDKEEmpfehlungenzurBrandbek%c3%a4mpfungimBereichvonPhotovoltaikanlagen.aspx>

(Letzter Zugriff: 20.04.2011)

SMA Solar Technology AG