

# Photovoltaikanlagen

---

Schulungsunterlagen für Feuerwehren



# Inhaltsverzeichnis

Hintergrundinformationen

Aufbau der Anlagen

Exkurs: Strom

Gefahren für Einsatzkräfte

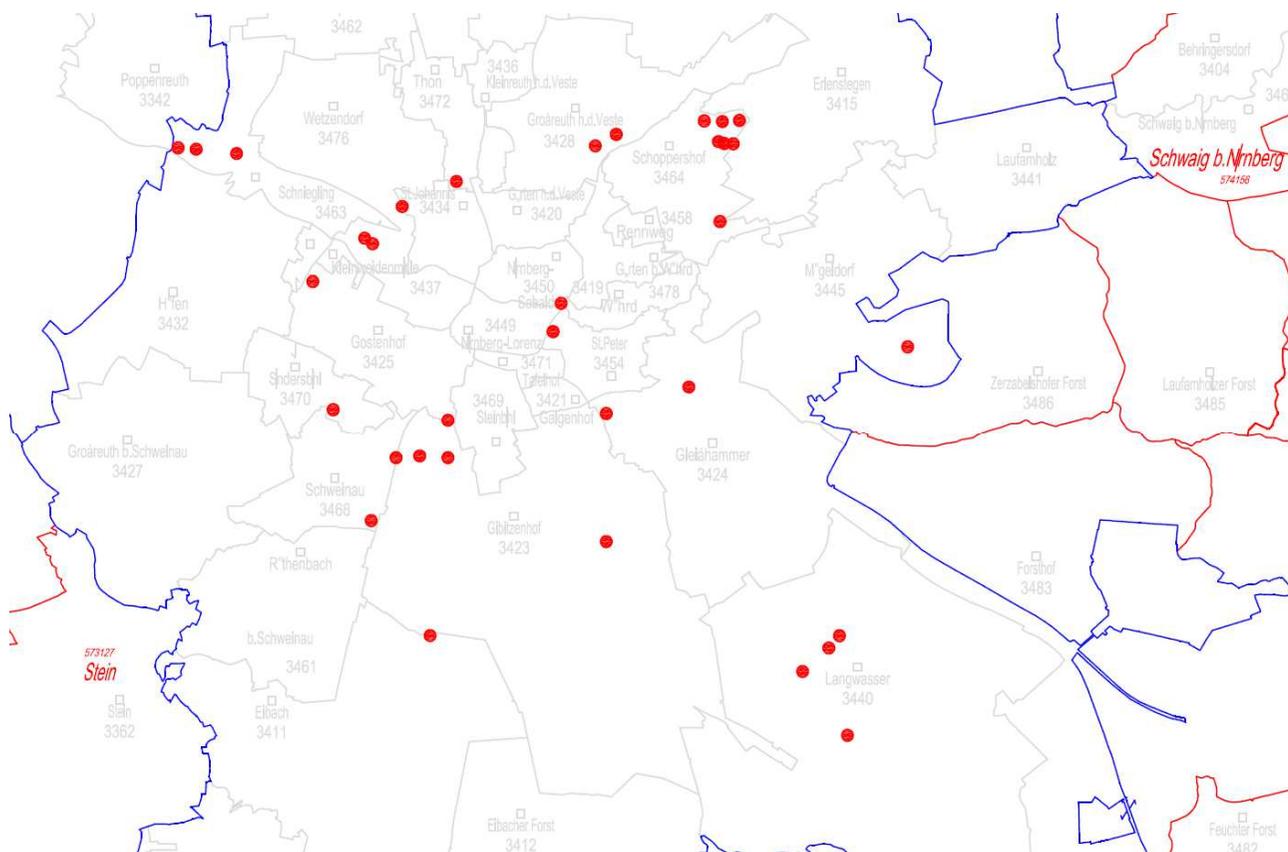
Vorgehensweise beim Einsatz

Versuche

Zusammenfassung



## Photovoltaikanlagen der N-ERGIE in Nürnberg



### Nürnberg:

- 90402: Königstorgral
- 90403: Hintere Insel
- 90409: Gerngroßstr.  
Nordring 129 ·
- 90419: Fleischmann:  
Hufelandstr. 2  
Krugstr. 70-80  
Welchselstr. 5
- 90427: Carl-Schwemmer-  
Herderstr. 10 + 20-  
Holstener Str. 2a
- 90429: Fürther Str. 140
- 90439: Zollerstr. 12-24
- 90441: Hintere Marktstr. 4  
Jaeckelstr. 5  
Majacher Str. 63  
Sandreuthstr. 23 +
- 90443: Brehmstr. 18-20 + 24-30  
Max-Planck-Str. 6-24
- 90461: Augustenstr. 17+22  
Ingolstätter Str. 135-141
- 90471: Hans-Fallada-Str. 56-66 + 80-82  
Ricarda-Huch-Str. 9  
Tucholskystr. 123 + 132
- 90473: Gloglauer Str. 70
- 90478: Velburger Str. 2-14 + 26-30
- 90480: Am Tiergarten Carport
- 90491: Äußere Sulzbacher Str. 72-76 + 78-80  
Chemnitzer Str. 2-20 + 30-40  
Dresdner Str. 5-11  
Kleslingstr. 26 + 32-34 + 38-40  
Lelpszlger Str. 4-10 + 16-18 + 56-58 + 62-66  
Oedenburger Str. 91-129  
Saalfelder Str. 7-11

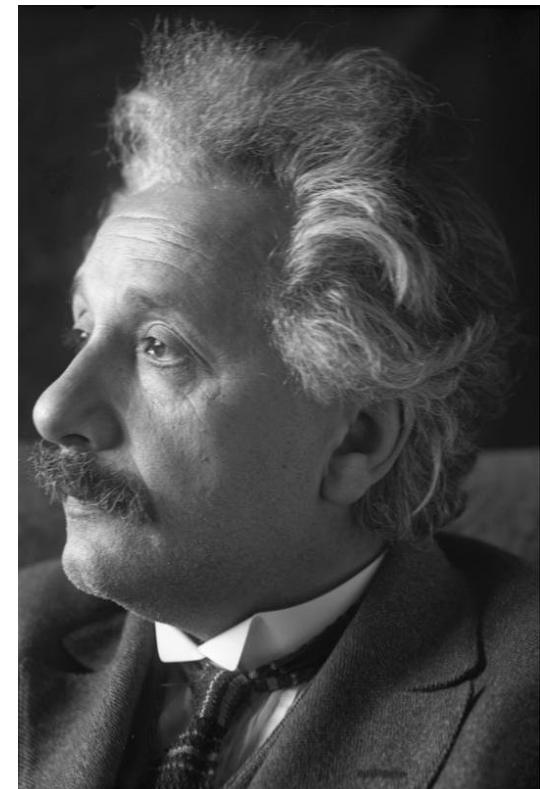
## Geschichte

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung von Strahlungsenergie (kurzwelligem Licht) in elektrische Energie

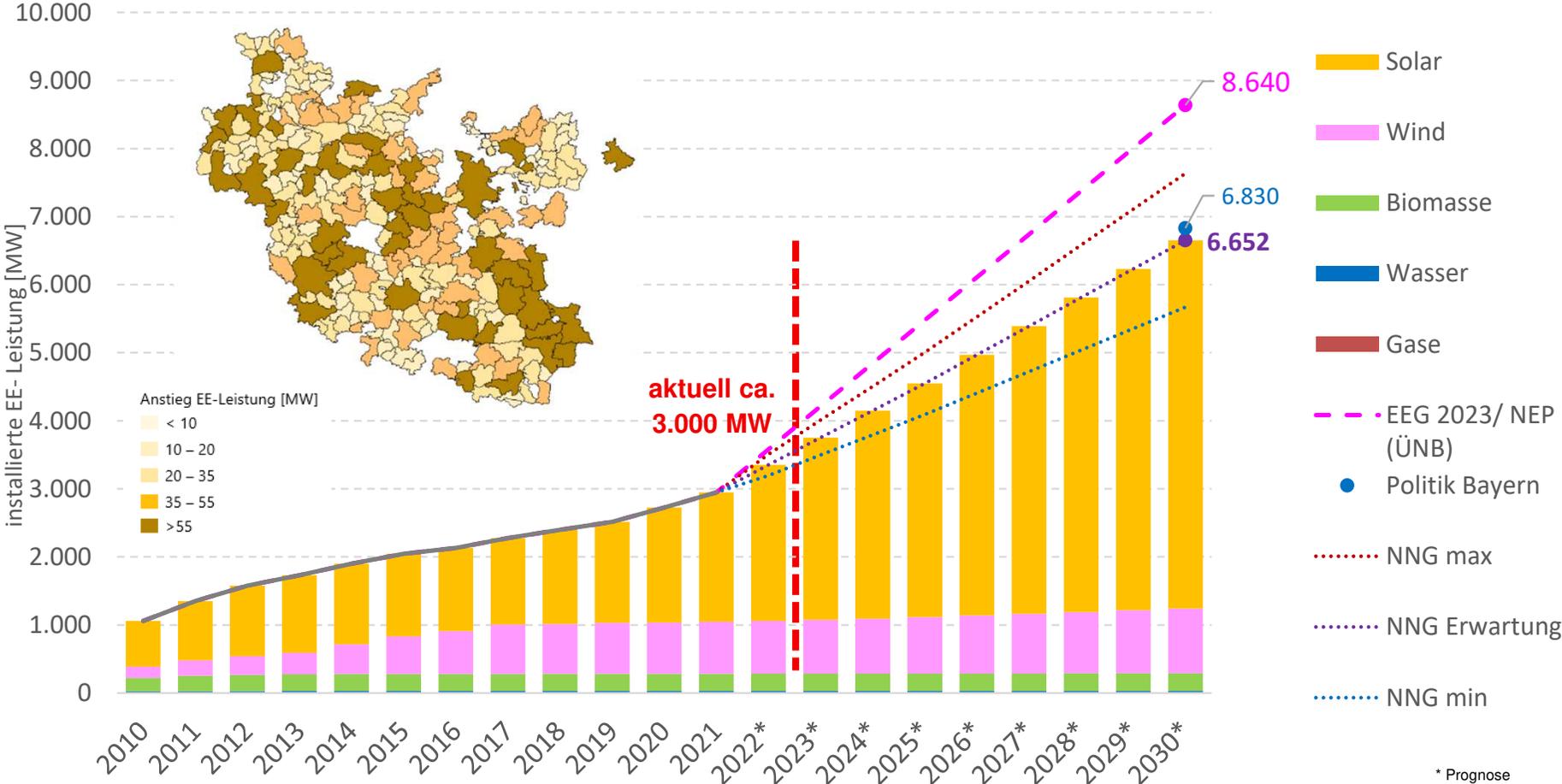
Der photoelektrische Effekt wurde bereits 1839 von Alexandre Becquerel entdeckt

Der Nachweis über die Wirkungsweise erfolgte 1905 durch Einstein, der hierfür später den Nobelpreis erhielt

Die Nachfrage nach Photovoltaik entwickelte sich in den 60er und 70er Jahren durch die Raumfahrt, bereits seit 1958 ist Photovoltaik in Satelliten im Einsatz



# Entwicklung der Erneuerbaren Energien im Netzgebiet der N-ERGIE



## Unterschied PV- und Solaranlagen

- Solarthermie: Wärme von der Sonne (Warmwassergewinnung)
- PV-Anlage: Strom von der Sonne
  - netzgekoppelte PV-Anlagen: direkte Einspeisung des erzeugten Stromes in die Netze der Stromversorgung
  - netzferne PV-Anlagen (Inselbetrieb): arbeiten mit Akkumulatoren



# Hintergrundinformationen

## Montagearten

Aufdachanlagen

Dachintegrierte Anlagen

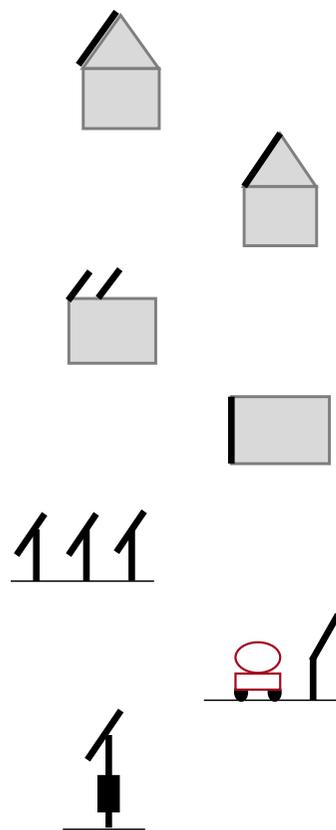
Flachdachanlagen

Fassadenanlagen

Freilandanlagen (Kraftwerkbau)

Lärmschutzwände

Inselanlagen



# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Aufdachanlagen



# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Flachdachanlagen



# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Fassadenanlagen



©C. Nöhren / [pixelio.de](https://pixelio.de)

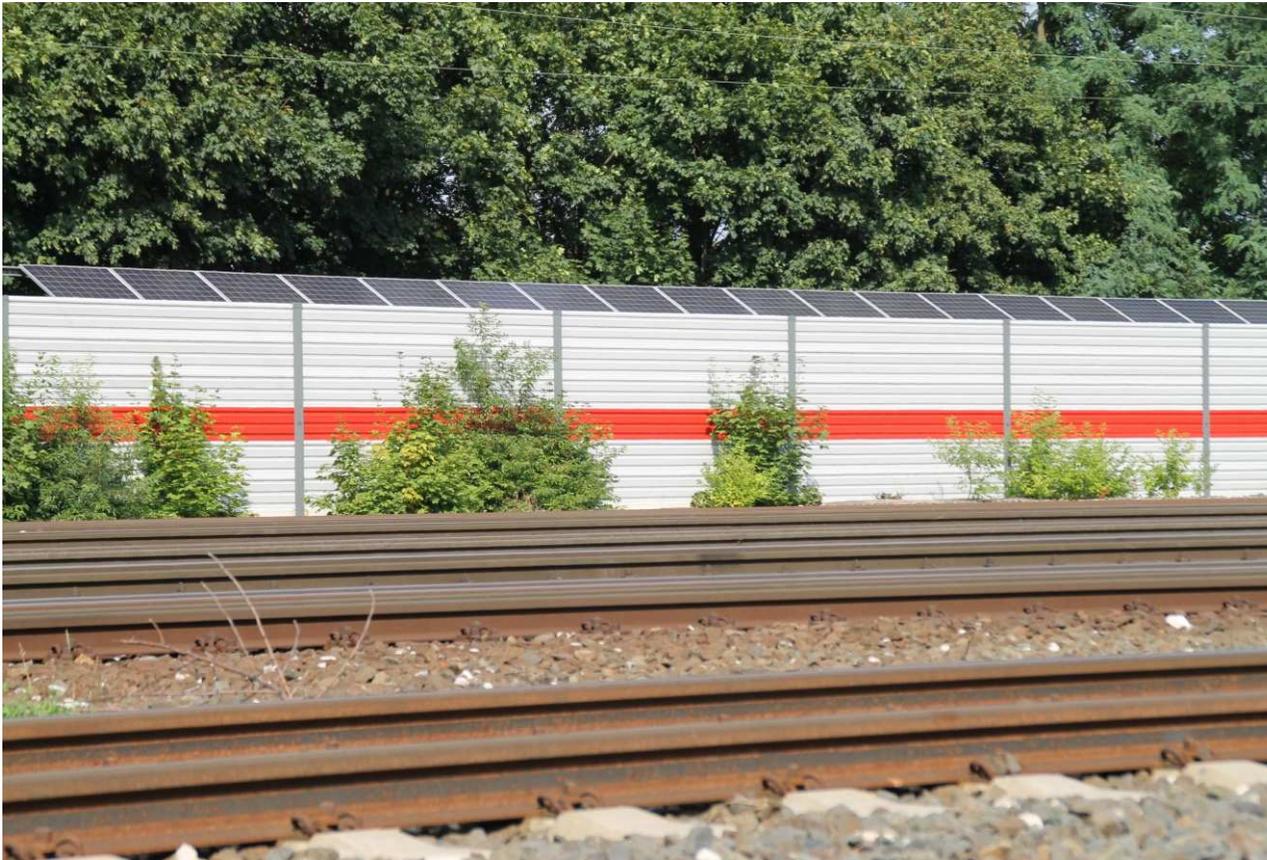
# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Freilandanlagen



# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Lärmschutzwände



# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Inselanlagen

Sind nicht mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden



# Aufbau der Anlagen

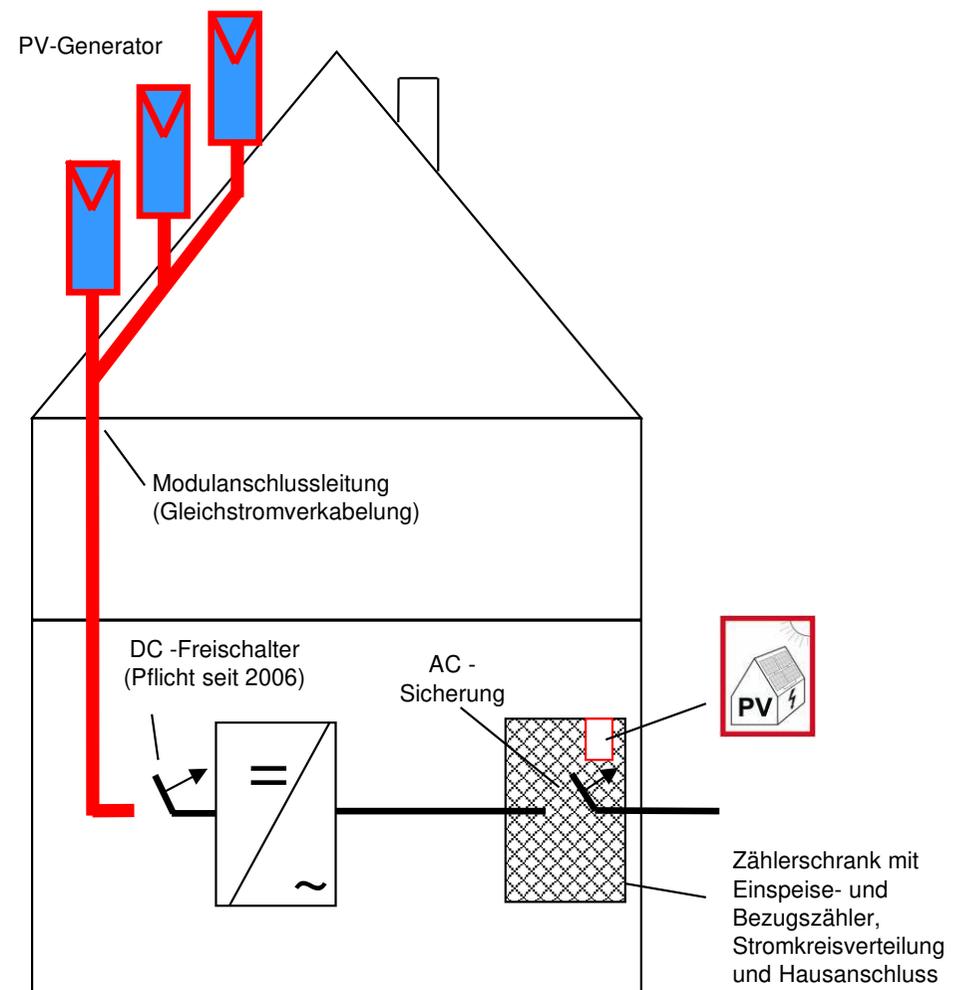
## Komponenten

Spannung auf Gleichspannungsseite (DC) derzeit bis 1000 V

Strom: mehrere Ampere

Leistung im kW-Bereich (EFH 1-5 kW) oder MW-Bereich (Kraftwerke)

Nach VDE 0100 Teil 410 ist die Berührungsspannung bei DC mit mehr als 120 V lebensgefährlich



# Aufbau der Anlagen

## Komponenten

Module



Wechselrichter



Netzanschluss



Betriebsüberwachung

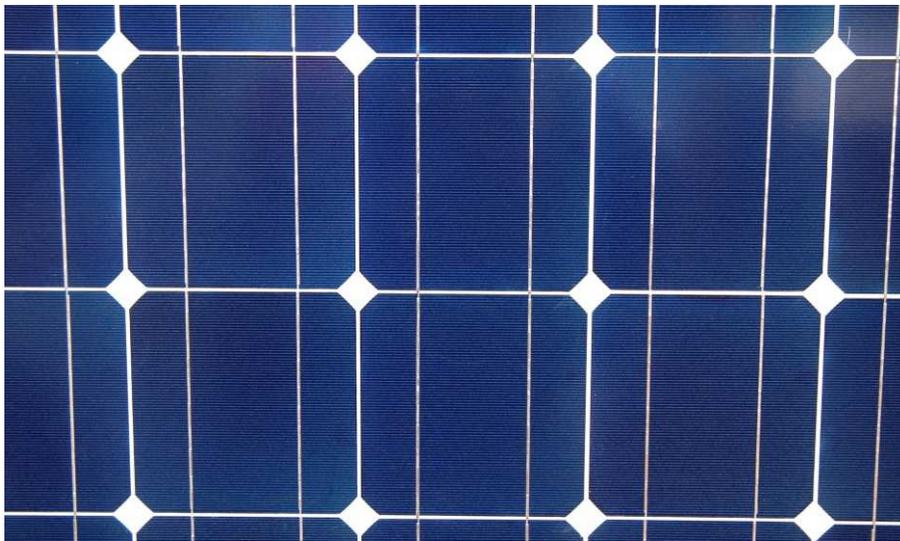


# Aufbau der Anlagen

## Aufbau der Module: Monokristallin

Hergestellt aus Wafern (einkristalline Siliziumscheiben)

Leistungsfähig aber teuer



## Aufbau der Module: Polykristallin

Gegossene Siliziumscheiben, die nicht überall die gleiche Kristalldichte aufweisen

Billiger in der Herstellung, aber weniger leistungsfähig als monokristalline Zellen



# Aufbau der Anlagen

## Aufbau der Module: Amorph (Dünnschicht)

Dünne aufgedampfte Siliziumschicht

Billig in der Herstellung, aber für gleiche Leistung muss etwa die 1,5-fache Fläche wie bei Kristallin installiert werden

Großer Vorteil: gute Leistungen bei diffusem Licht



## Aufbau der Module

### Bestandteile der PV-Module

- Glas, Halbleiterschicht (Silizium, Kupfer-Indium-Diselenid (CIS), Cadmium-Tellurid (Cd-Te)), Metalle, Gießharz, Ethylen, Vinyl Acetat, Silikon, verschiedene Kunststoffe, Folienverbünde, Metallrahmen zur Stabilität und zum Schutz der Glaskanten

### Wirkungsgrad

- Ertrag: 11-18% des eingestrahlten Sonnenlichts

## Aufgaben eines Wechselrichters

Umwandlung der entstandenen Gleichspannung (direct current, DC) in Wechselspannung (alternating current, AC)

Übergabe des AC-Stromes über den Einspeisezähler in das öffentliche Stromnetz (Netzeinspeisung)

Steuerung (selbsttätiges Ein- und Ausschalten) und Ermittlung des optimalen Arbeitspunktes der PV-Module

Überwachung bei Störungen (z. B. Ausfall des öffentlichen Stromnetzes und Abschaltung in Millisekunden)



# Aufbau der Anlagen

## Befestigung von Modulen



# Aufbau der Anlagen

**N-ERGIE**

## Kabelverlegung



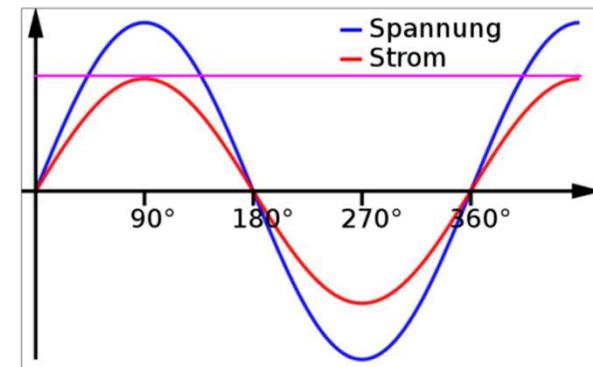
## Gleich- und Wechselstrom

Gleichstrom ändert Stärke und Richtung nicht

Wechselstrom ändert seine Richtung (Polung) in regelmäßiger Wiederholung, sodass er sich bei positiven und negativen Augenblicks-werten so ergänzt, dass er im zeitlichen Mittel null ist

Bei gesunden erwachsenen Menschen geht man ab einer Berührungsspannung von 50 V AC oder 120 V DC von einer lebensbedrohlichen Situation aus

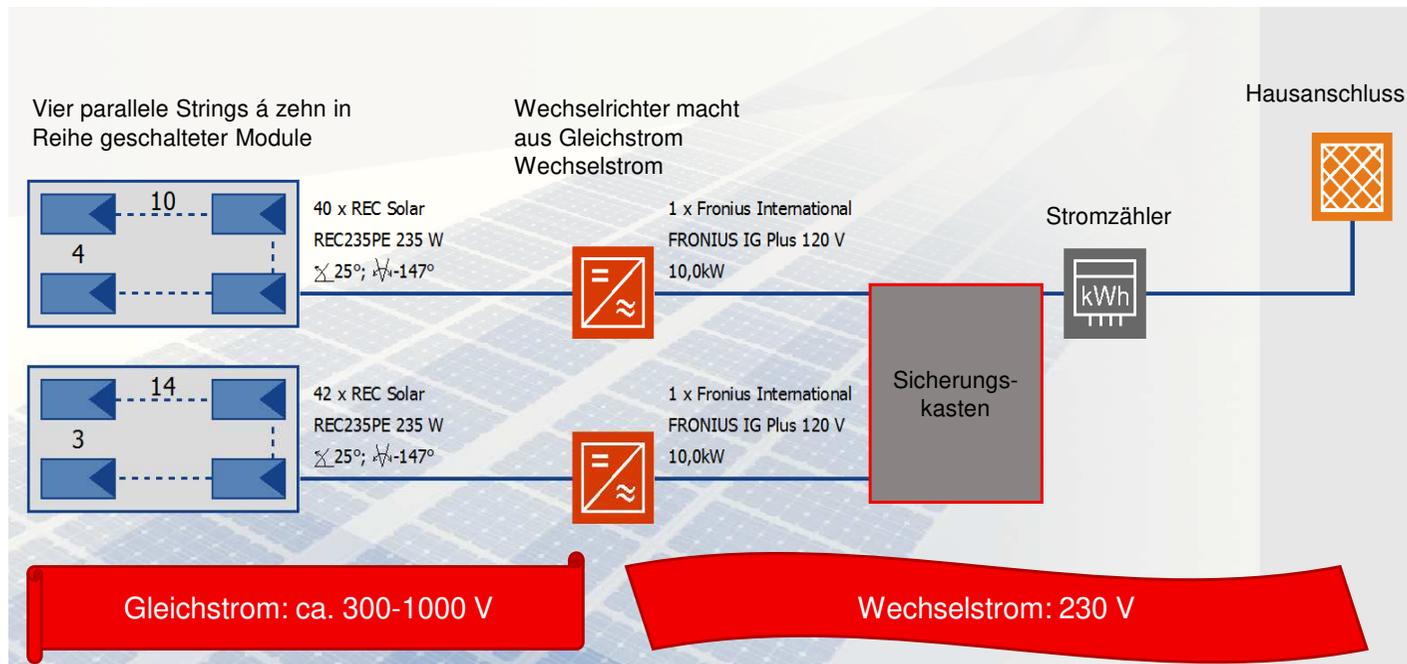
Gleichspannung polarisiert das Blut,  
Wechselspannung ruft Herzkammerflimmern hervor; Muskelkontraktion bei allen Formen



## Exkurs: Strom

### Vom Modul bis ins Netz

Der Generator produziert auch nach der Abschaltung des Stromnetzes noch eine gefährliche Gleichspannung bis 1000 V



# Gefahren für Einsatzkräfte

## Gefahrenschema

	Abkürzung	Bekämpfung
<b>Atemgifte</b>	A	X
<b>Angstreaktion</b>	A	
<b>Ausbreitung</b>	A	X
<b>Atomare Strahlung</b>	A	
<b>Chemische Stoffe</b>	C	
<b>Erkrankungen/Verletzungen</b>	E	
<b>Explosion</b>	E	
<b>Elektrizität</b>	E	X
<b>Einsturz</b>	E	X

## Gefahren im Überblick

### Brandeinsatz

- Gefahr durch toxische Gase
- Gefahr durch herabfallende Teile
- Brandausbreitung unterhalb der PV-Anlage

### Bei Brandeinsatz und Wasserschaden

- Gefahr durch elektrischen Schlag

Elektrounfälle: Im Falle von Schäden 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“

## Toxische Gase

Größtenteils Verbrennungsprodukte, wie bei einem Zimmerbrand

Gefährdungspotenzial wie bei Hausbränden

Ausbreitung über Lüftungsanlagen

- Maßnahmen
  - Unter Atemschutz arbeiten
  - Lüftungsanlagen abschalten
  - Betroffene Bereiche räumen



## Herabfallende Teile

Keine Angaben über die Feuerwiderstandsdauer

Keine Aussage über die daraus resultierende Gefährdung

Verbundglas kann durch Erhitzen bersten und Splitter meterweit fliegen

Ansonsten wie bei einem Gebäudebrand

Maßnahmen

- Erhöhte Dachlast beachten
- Trümmerschatten berücksichtigen
- Gefahrenbereich absperren



## Brandausbreitung unterhalb der PV-Anlage

Brandausbreitung durch brennbare Materialien in den Modulen

Unzugänglichkeit zur Brandstelle

- Dachintegrierte Systeme
- Fassadensysteme



## Brandausbreitung: Zugangsmöglichkeiten

Über Nordseite



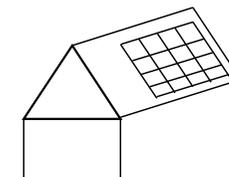
Über giebelseitige Fenster bei beidseitig belegten Dachhälften oder Flachdächern



Über Gaube bei beidseitig belegten Dachhälften



Über einen Freistreifen bei beidseitig belegten Dachhälften



## Elektrischer Schlag

Leitungen vom Modul zum Wechselrichter lassen sich nur mit erhöhtem technischen Aufwand stromlos schalten (bei Bestandsanlagen ist das überwiegend nicht der Fall)

Durch hohe Gleichspannung Gefahr eines Lichtbogens (Brandausbreitung, -entstehung)

- Gefährdung durch herabhängende, unisolierte Kabel (Spannungen >120 V)
- Die Zerstörung des PV-Moduls beseitigt die Gefahr nicht; frei liegende elektrische Leiter mit unbekannter Spannung
- Teilweise Neuanlagen mit Erdpotential



## **Elektrischer Schlag: Schäden an der Isolierung**

Wenn Gleichstrom getrennt wird, ist die Gefahr der Lichtbogenbildung sehr hoch, da der Nulldurchgang der Spannung wie beim Wechselstrom fehlt

Im Falle eines Kabelbrandes kann der Gleichstromkreis geschlossen sein, wenn die Isolierung der Kabel einen Schaden genommen hat und wenn die Kabel eines Strings (Plusleitung und die dazugehörige Minusleitung) aneinander kommen

Folge:

- Kurzschluss (in Höhe der momentan erzeugten Energie der betreffenden Solarmodule mit deren Spannungen und Strömen)
- Spannung bis zu 1000 V und Strom von bis zu 30 A

## Elektrischen Schlag: Strahlrohre

Alu-Untergestell bzw. das Blechdach und der Alurahmen der PV-Module stellen, auch wenn sie geerdet sind, bei einem Kabelschaden einen Pol dar

Strahlrohrabstand DIN 14365 CM

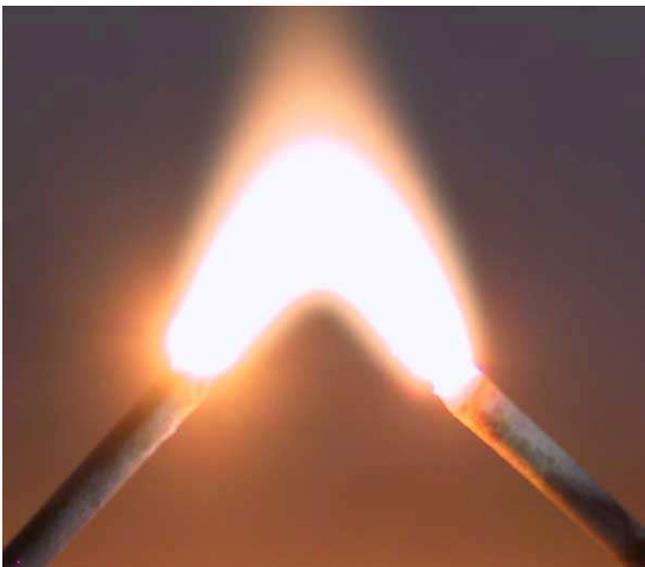
<b>Strahlrohr DIN 14365-CM</b>	<b>Niederspannung (N)</b>  <b>≤ AC 1,0 kV ≤ DC 1,5 kV</b>	<b>Hochspannung (H)</b>  <b>&gt; AC 1,0 kV &gt; DC 1,5 kV</b>
Sprühstrahl	1 m	5 m
Vollstrahl	5 m	10 m
Kurzzeichen	N-1-5	H-5-10

## Elektrischer Schlag: Schutz und Maßnahmen

Keine Hausanschlusskästen öffnen → Lichtbogengefahr

Sicherheitsabstände beim Löschangriff nach VDE 0132 einhalten, Modulflächen sind nicht zum Betreten ausgelegt

Gefahren durch Wasser an beschädigten Anlagen beachten



## Elektrischer Schlag: Schutz und Maßnahmen

Anlage „lastfrei“ schalten (DC-Trennschalter, AC-Sicherungen)

Trennung der Wechselspannung nur mit Sicherungs-, Last- oder FI-Schalter, niemals Schmelzsicherungen unter Last entschern

Trennung der Module nur durch Elektrofachpersonal



## Elektrischer Schlag: Schalthandlungen

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

## Elektrischer Schlag: Trennung der Gleichspannung

- Am 1. Juni 2006 trat in Deutschland die neue Einrichtungsnorm für Solarstromanlagen VDE 0100-712 in Kraft. Sie fordert eine zusätzliche galvanische Trenneinheit, durch die ein Solarwechselrichter problemlos vom DC-Netz freigeschaltet werden kann
- Anlagen aus der Zeit davor verfügen i. d. R. über keine Abschaltmöglichkeiten auf der Gleichspannungsseite

## Vorbereitung

### Schulung der Einsatzkräfte

- Gibt es Fachpersonal in der Feuerwehr?
- Kontakt mit Errichtern und Betreibern, z. B. Anlagenbesichtigung (Trennschalter, Wechselrichter, Übergabestation, ...)
- Welche Ausrüstung für Einsatzkräfte an elektrischen Anlagen ist vorhanden? Wer darf sie anwenden?

### Erkundung vor Ort / Kenntnis über PV-Systemstandorte

- Hinweis „Achtung PV-Anlagen“ vorhanden?
- Aktuell Datenversorgung für den Ausrückbereich (Tabellen der Netzbetreiber)?

Vorhandene Feuerwehrpläne überarbeiten/anpassen (Ansprechpartner)

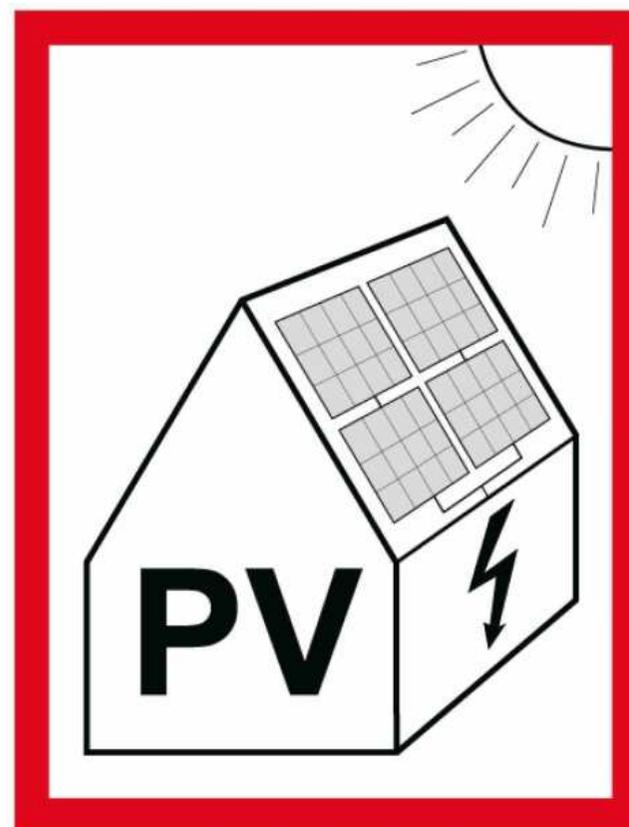
Bereitstellung von Übersichtsplänen (VDE-AR-E 2100-712)

## Vorbereitung: Beschilderung

Hinweisschild des Arbeitskreis 221.1.4  
der Deutschen Kommission  
Elektrotechnik im DIN und VDE

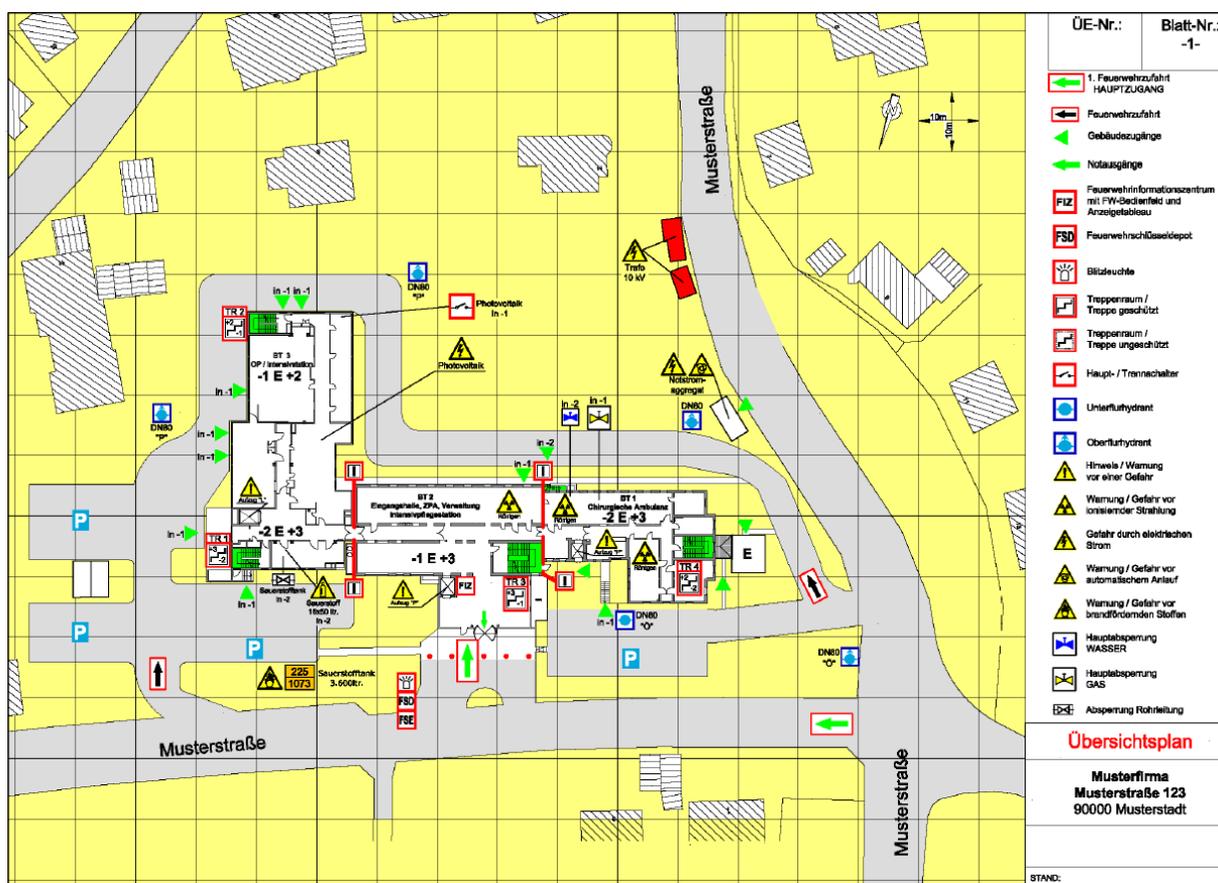
Empfohlen zur Anbringung an  
Stromverteilern und/oder Schalt- und  
Zählerschränken

Im Netzgebiet der N-ERGIE haben alle  
Kunden bereits die Hinweisschilder  
erhalten



# Vorgehensweise beim Einsatz

## Vorbereitung: Übersichtsplan für Feuerwehren



# Vorgehensweise beim Einsatz



## Vorbereitung: Informationen für Einsatzkräfte auf der Homepage der N-ERGIE Netz GmbH

[www.n-ergie-netz.de](http://www.n-ergie-netz.de) – Kommunen/Stadtwerke – Einspeiser – Veröffentlichungen EEG – EEG Jahresabrechnung Verteilnetzbetreiber

EEG-Jahresabrechnung\_2012\_N-ERGIE\_Netz\_GmbH.xlsx [Schreibgeschützt] - Microsoft Excel

Erhebungsbogen der EEG-Jahresmeldung für Verteilnetzbetreiber		Wohnort der Öffentlichkeit gemäß § 52 EEG		Gesamtsummen		Anzahl Anlagen	Installierte Leistung	Erzeugung	Vergütung	vWNE						
1	23580	TenneT	E2191501SDX00000000000597410000	Faschenhofstr.	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	31.12.2000	9,900	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
2	23581	TenneT	E2191501SDX00000000000005674710000	Faschenhofstr.	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	31.12.2000	5,100	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
3	23582	TenneT	E2191501SDX00000000000006586910000	Bahnhofstr. 87	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	31.12.2000	5,000	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
4	23583	TenneT	E2191501SDX00000000000006902810000	Heidenbergstr.	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	31.12.2000	4,200	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
5	23584	TenneT	E2191501SDX00000000000025067010000	Manesstr. 21	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	17.08.2010	14,160	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
6	23585	TenneT	E2191501SDX000000000000103187410000	Cimberrstr. 15	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	27.10.2005	4,010	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
7	23586	TenneT	E2191501SDX00000000000012189410000	Kölnbergasse 3	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	22.01.2008	21,360	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
8	23587	TenneT	E2191501SDX00000000000012189210000	Heidenbergstr.	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	12.03.2008	8,800	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
9	23588	TenneT	E2191501SDX0000000000001034024510000	Dr.-Kurt-Schum	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	20.05.2011	34,855	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
10	23589	TenneT	E2191501SDX0000000000001038745810000	Königsgraben	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	13.03.2012	7,280	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
11	23590	TenneT	E2191501SDX0000000000001030277010000	Amnisstr. 11	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	20.05.2012	4,200	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
12	23591	TenneT	E2191501SDX000000000000103643210000	Manesstr. 1	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	03.09.2012	11,520	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
13	23592	TenneT	E2191501SDX00000000000002930910000	Hirtene Insel Sd	90403	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	31.12.2000	20,000	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
14	23593	TenneT	E2191501SDX00000000000002933110000	Hirtene Insel Sd	90403	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	31.12.2000	20,000	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
15	23594	TenneT	E2191501SDX0000000000001034024510000	Heidenbergstr.	90402	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	18.01.2008	11,800	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
16	23595	TenneT	E2191501SDX0000000000001030353810000	Innere Laufer	90403	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	24.04.2006	40,950	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
17	23596	TenneT	E2191501SDX00000000000000525210000	Rehnerstr. 110	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	31.12.2000	5,130	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
18	23597	TenneT	E2191501SDX00000000000000307210000	Kölnbergstr. 41	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	31.12.2000	5,200	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
19	23598	TenneT	E2191501SDX000000000000103107010000	Rehnerstr. 4	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	24.11.2003	1,000	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
20	23599	TenneT	E2191501SDX0000000000001031881010000	Rehnerstr. 15	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	19.07.2004	1,000	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
21	23600	TenneT	E2191501SDX000000000000103379610000	Rehnerstr. 176	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	13.12.2005	38,720	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
22	23601	TenneT	E2191501SDX0000000000001031042010000	Rehnerstr. 29	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	29.12.2005	61,710	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
23	23602	TenneT	E2191501SDX0000000000001021037710000	Nordring 29	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	24.05.2007	10,150	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
24	23603	TenneT	E2191501SDX0000000000001021037710000	Nordring 29	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	13.03.2008	9,720	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
25	23604	TenneT	E2191501SDX0000000000001021030910000	Schweppelstr.	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	03.08.2007	5,760	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
26	23605	TenneT	E2191501SDX0000000000001021030310000	Cranschtr. 3	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	16.06.2010	16,200	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
27	23606	TenneT	E2191501SDX0000000000001021186410000	Rehnerstr. 9	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	01.07.2010	41,040	nein	nein	Nicht regelbar	NS	DE000479
28	23607	TenneT	E2191501SDX0000000000001022307510000	Playstr. 4	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	30.09.2010	20,400	nein	nein	Nicht regelbar	MSNS	DE000479
29	23608	TenneT	E2191501SDX000000000000102240210000	Playstr. 4	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	30.09.2010	42,710	nein	nein	Nicht regelbar	MSNS	DE000479
30	23609	TenneT	FP191401SDX000000000000104193910000	Nordring 33	90408	Nürnberg	Kreisfreie Stadt Nürnberg	Bayern	Solar	01.08.2011	38,400	nein	nein	Nicht regelbar	NS	FP000479

## Einsatzdurchführung

Überblick über die Anlage verschaffen

- Ist die Anlage oder sind Teile der Anlage betroffen?
- Welche Komponenten sind beschädigt?
- Wo befinden sich Module/Leitungen/Wechselrichter?
- Grundsätzliche Annahme: Anlage führt Spannung

Einsatzkräfte auf die erkannten Gefahren hinweisen

Gefährdungsbereiche absperren

- DC-Trennstelle betätigen; je nach Lage und Vorhandensein, spannungsführende Teile beachten, Abstände einhalten
- Schmelzpunkt Aluminium liegt bei 660,4 °C → niemals im unmittelbaren Gefahrenbereich aufhalten
- 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 kann über das Rücknahmesystem PV-Cycle ([www.pvcycle.org](http://www.pvcycle.org)) erfragt werden

## Empfehlungen

- Schutz der eigenen Sicherheit
- Stromführende Anlagenteile abschalten, abdecken oder trennen
- Sicherheitsregeln beachten
- Vorsicht bei Betreten des PV-Daches, da ein Fehlerfall nicht ausgeschlossen werden kann

## BF München: Versuchsdesign zum Spannungsfreischalten

Versuchsaufbau:

- ein PV-Modul mit Markierungen
- Voltmeter
- Vorrichtung zum Einstellen verschiedener Anstellwinkel ( $5^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ )

Einschäumen der PV-Module mit

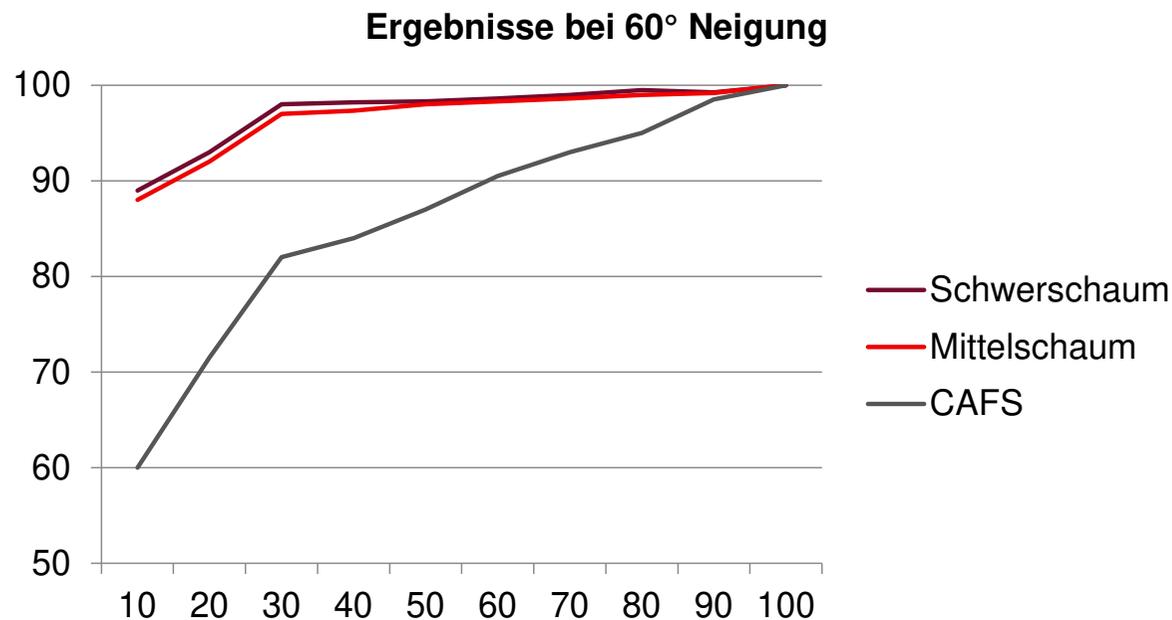
- Schwerschaum (Mehrbereichschaum)
- Mittelschaum (Mehrbereichschaum)
- CAFS (Class A-Foam)

Messen des Spannungsabfalls und der Dicke des Schaumteppichs



## BF München: Ergebnisse

- Bestes Ergebnis CAFS bei 60° Neigung: Spannungsreduktion auf 47%
- Zeitdauer bis Spannung wieder 100% erreicht: max. fünf Minuten
- Fazit: als Möglichkeit zur „Freischaltung“ von PV-Anlagen nicht geeignet



## TÜV Rheinland: Gefahren von Kunstlicht

Zielsetzung: Definition einer Abstandsformel über die im Brandeinsatz mit beteiligter PV-Anlage der Mindestabstand zwischen Scheinwerfer und PV-Anlage bestimmt werden kann

Schlussfolgerung: Kunstlicht kann in der Lage sein, Spannungen und Ströme in einer PV-Anlage zu erzeugen, welche als gefährlich zu beurteilen sind



## TÜV Rheinland: Abstandformel

Anforderung:

- Allgemeingültige Anwendbarkeit (unabhängig von der vorhandenen Scheinwerfer- und Zelltechnologie)
- Anwendung auch unter hoher psychischer und physischer Belastung möglich

Abstandsformel

$$d_{\sum P_{AUF} > 1kW} = \sum \left( P_{AUF} [kW] * \left[ \frac{m}{kW} \right] \right)$$

Als Grundabstand für 1.000 [W] Leistung gilt 10 [m]

Wenn die Scheinwerferleistung erhöht wird gilt:

Grundabstand + 1,5 [m] je 1.000 [W] zusätzliche Leistung

## Wünsche für die Sicherheit der Feuerwehren

Auf dem Dach Flächen schaffen, um Arbeiten zu ermöglichen

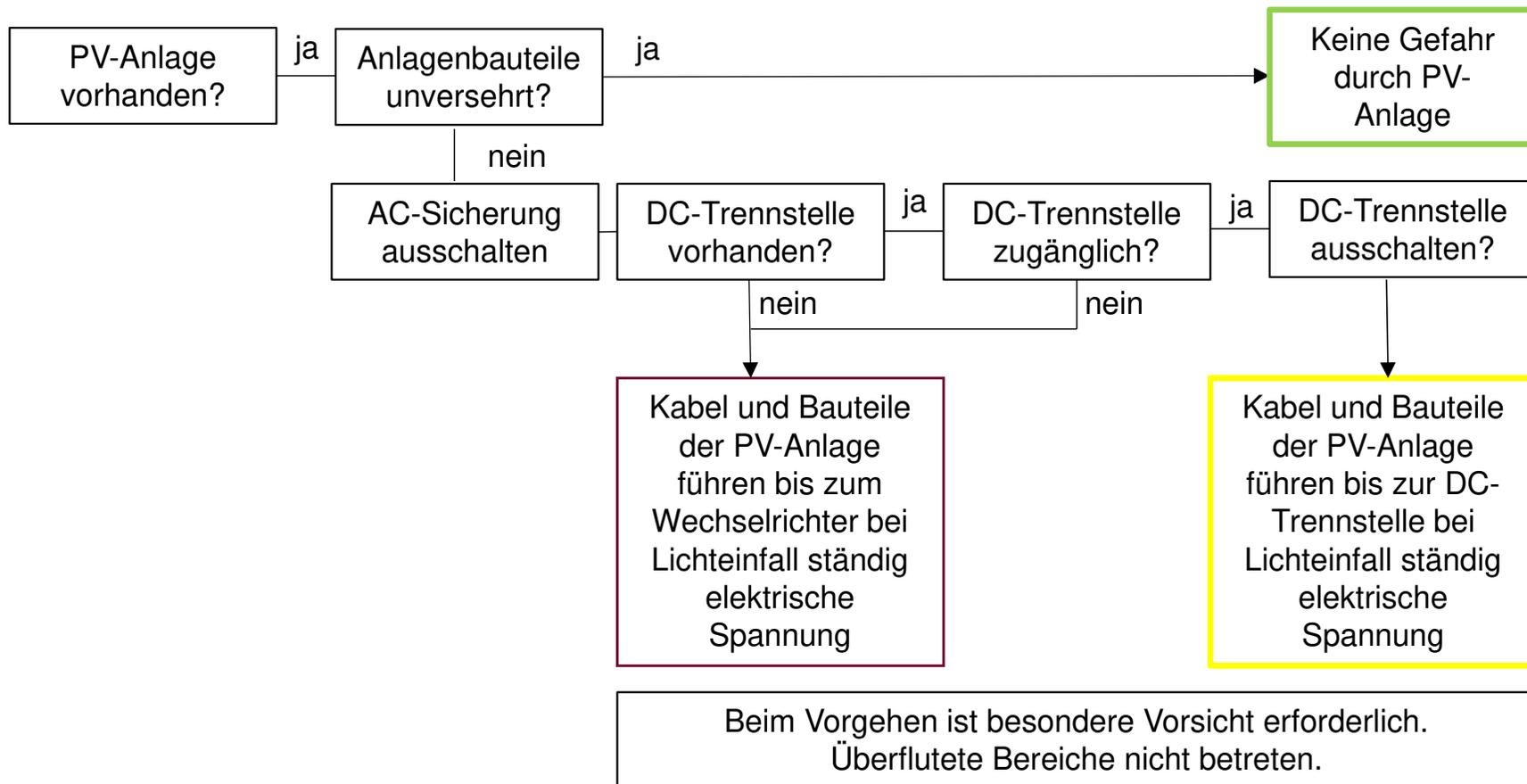
Gekennzeichnete Leitungsführung

Einwandfreie Ausführung der Anlagen (Klemmen festanziehen, Wechselrichter auf nichtbrennbare Baustoffe montieren, ...)

Blitzschutz nach den gültigen Normen



## Vorgang im Einsatzfall



# Zentrale Störungsannahme

**N-ERGIE**

## 24-Stunden-Service der N-ERGIE Netz GmbH

- Strom: 0800 234-2500
- Erdgas: 0800 234-3600
- Fernwärme: 0800 234-4500



- Servicetelefon: 0800 271-5000  
(kostenlos innerhalb von Deutschland)



**Vielen Dank für  
Ihre Aufmerksamkeit.**

---

**Kontakt für Feuerwehren**

[feuerwehren@n-ergie.de](mailto:feuerwehren@n-ergie.de)

[Mehr Informationen](#)

Folie 5: Bundesarchiv, Bild 102-10447, Wikimedia Commons, lizenziert unter CreativeCommons-Lizenz by-sa-3.0-de, <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de>

Folie 6: Eigene Darstellung nach [http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/2013\\_2\\_BSW\\_Solar\\_Faktenblatt\\_Photovoltaik.pdf](http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/2013_2_BSW_Solar_Faktenblatt_Photovoltaik.pdf)

Folie 11: [www.pixelio.de](http://www.pixelio.de)

Folie 16: Platinum [www.platinum-nes.com](http://www.platinum-nes.com), Fronius [www.fronius.com](http://www.fronius.com)

Folie 30: FFW Babenhausen, <http://www.ffw-babenhausen.de/frameset.html>

Folie 31: Eigene Darstellung nach [http://www.dgs.de/fileadmin/bilder/Dokumente/PV-Brandschutz DRUCK 24 02 2011.pdf](http://www.dgs.de/fileadmin/bilder/Dokumente/PV-Brandschutz_DRUCK_24_02_2011.pdf)

Folie 34: VDE 0132 Brandbekämpfung an elektrischen Anlagen

Folie 35: Achim Grochowski – [Achgro](http://www.achgro.com), Wikimedia Commons, lizenziert unter CreativeCommons-Lizenz by-sa-3.0-de, <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.de>

Folie 41: Feuerwehr Nürnberg, <http://www.nuernberg.de/internet/feuerwehr/>

Folie 48: TÜV Rheinland, <http://www.pv-brandsicherheit.de/7/>

N-ERGIE: Der kleine Einsatzhelfer. Ausgabe 2, 10/2013

Bundesverband Solarwirtschaft: [www.solarwirtschaft.de/brandvorbeugung.html](http://www.solarwirtschaft.de/brandvorbeugung.html)

TÜV Rheinland Energie und Umwelt GmbH: [www.pv-brandsicherheit.de](http://www.pv-brandsicherheit.de)

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e. V.: Brandgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung von PV-Anlagen, [www.dgs.de/fileadmin/bilder/Dokumente/PV-Brandschutz DRUCK 24 02 2011.pdf](http://www.dgs.de/fileadmin/bilder/Dokumente/PV-Brandschutz_DRUCK_24_02_2011.pdf)



Teile dieser Präsentation wurden mit freundlicher Genehmigung übernommen aus:

Horst Thiem, Feuerwehr München und Dipl.-Ing. Josef Huber, Staatliche Feuerwehrschiele Geretsried: PV-Anlagen im Feuerwehreinsatz.

Eine aktuelle Version finden Sie unter:

<http://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Kreisverwaltungsreferat/Branddirektion-Muenchen/Service-und-Downloads/Fachinfo-Feuerwehr.html>

Der Anwender dieser Schulungsunterlagen muss die Anwendbarkeit und die Aktualität in eigener Verantwortung prüfen. Die N-ERGIE übernimmt keine Haftung.