

# Photovoltaikanlagen

---

Schulungsunterlagen für Feuerwehren



# Inhaltsverzeichnis

Hintergrundinformationen

Aufbau der Anlagen

Exkurs: Strom

Gefahren für Einsatzkräfte

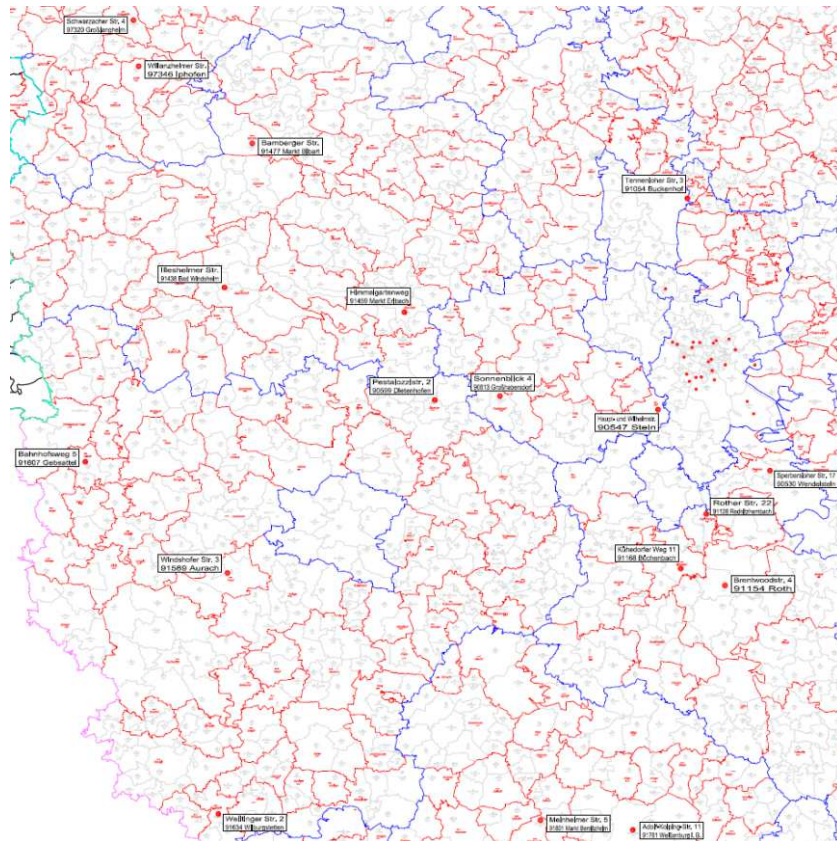
Vorgehensweise beim Einsatz

Versuche

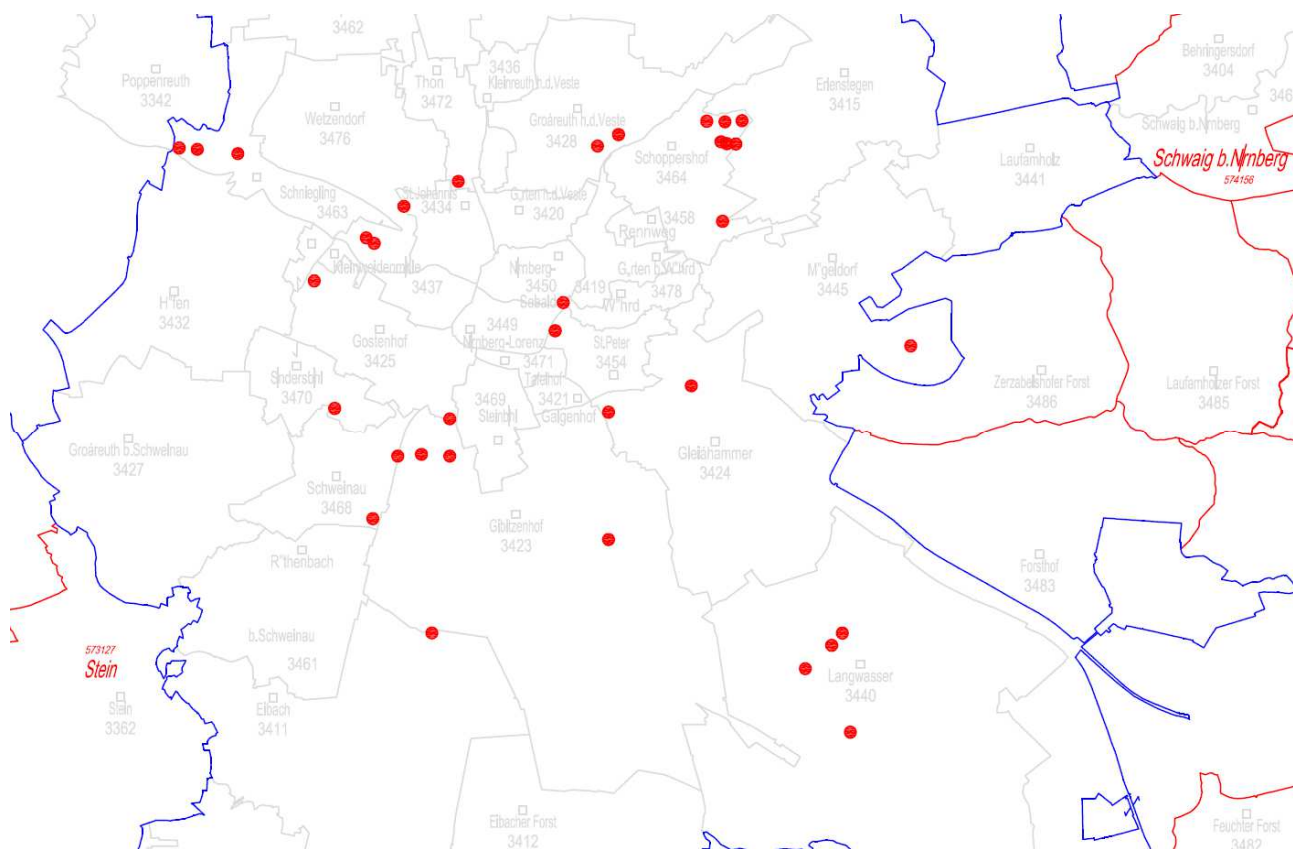
Zusammenfassung

# Hintergrundinformationen

## Photovoltaikanlagen der N-ERGIE in Nordbayern



## 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  
Lepslzger Str. 4-10 + 16-18 + 56-58 + 62-66  
Oedenburger Str. 91-129  
Saalfelder Str. 7-11

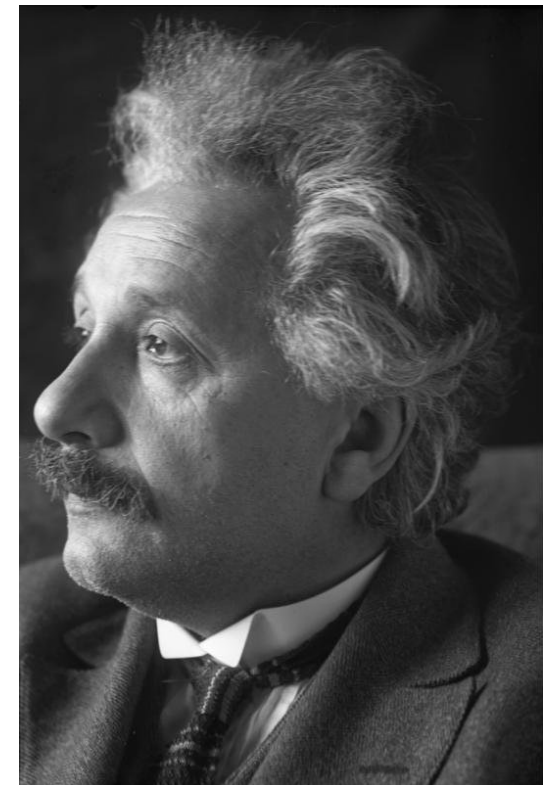
## Geschichte

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

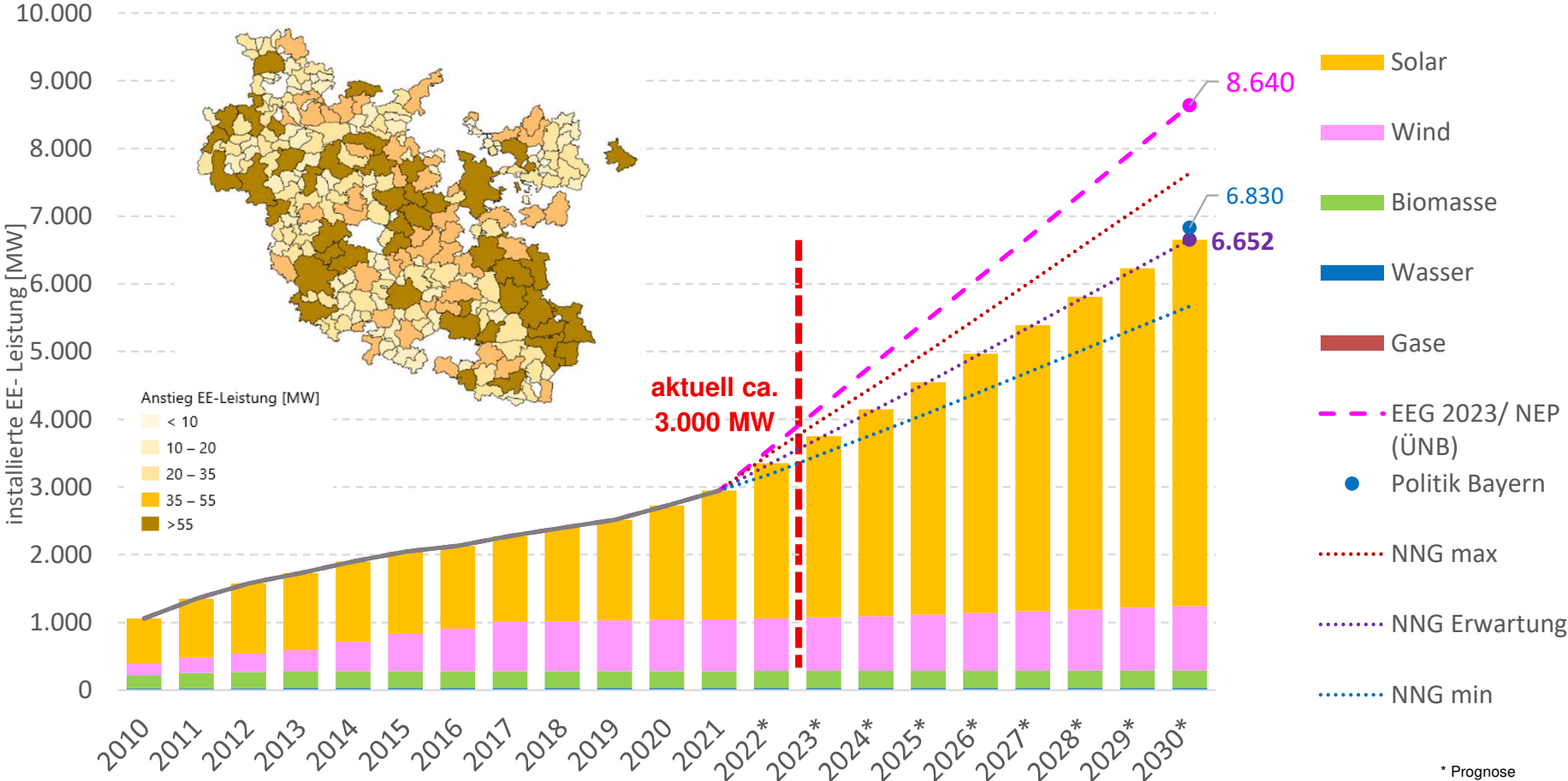
Der photoelektrische Effekt wurde bereits 1839 von Alexandre Becquerel entdeckt

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

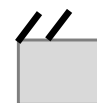
Flachdachanlagen

Fassadenanlagen

Freilandanlagen (Kraftwerkbau)

Lärmschutzwände

Inselanlagen





# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Aufdachanlagen



# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Flachdachanlagen



# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Fassadenanlagen



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

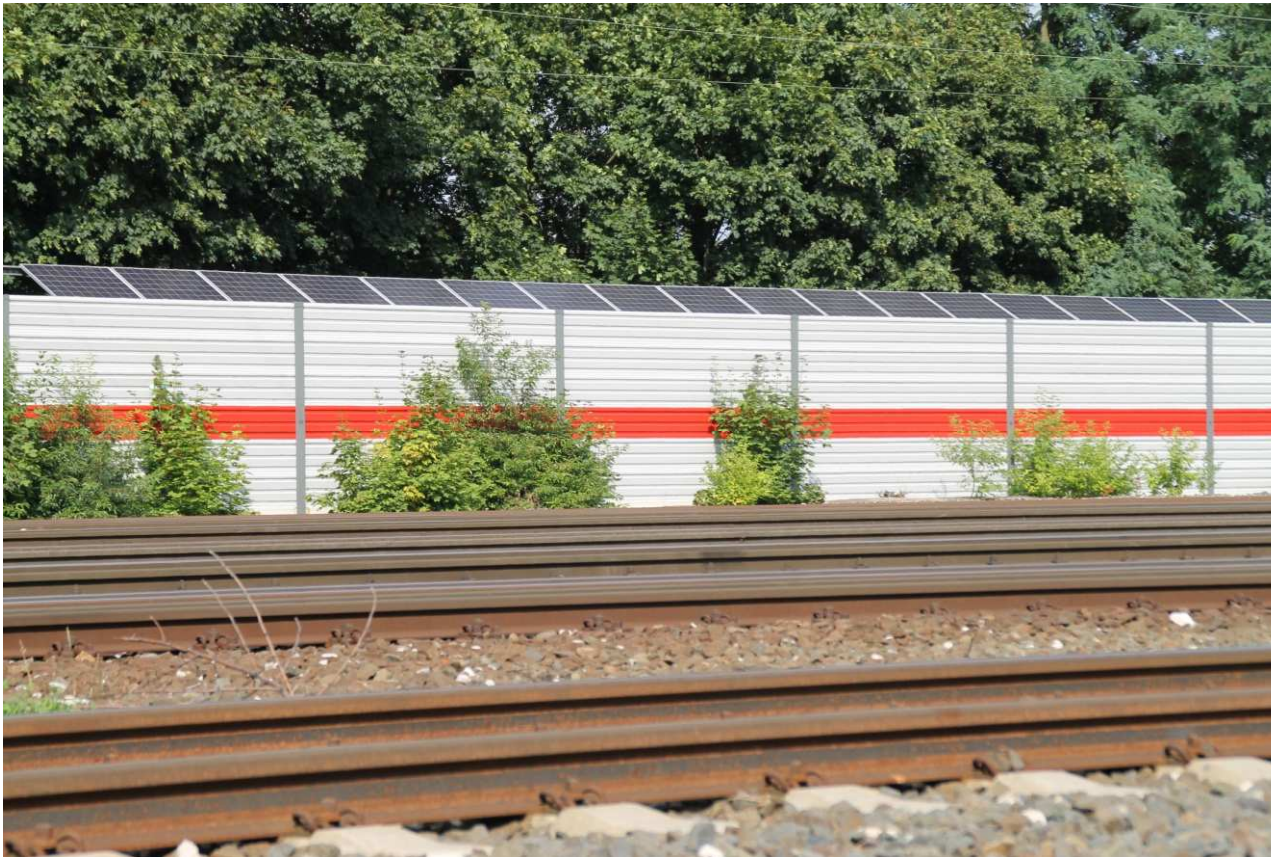
# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Freilandanlagen



# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Lärmschutzwände



# Hintergrundinformationen

## Montagearten: Inselanlagen

Sind nicht mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden



# Aufbau der Anlagen

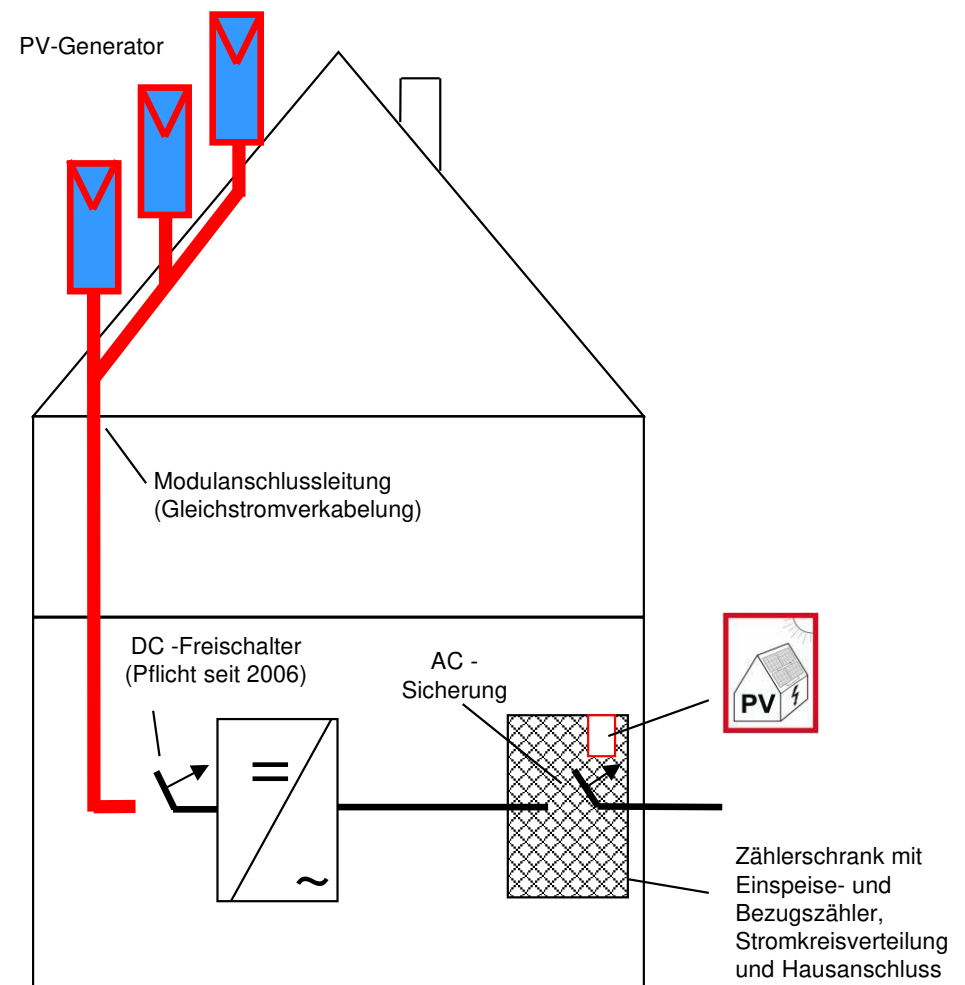
## Komponenten

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



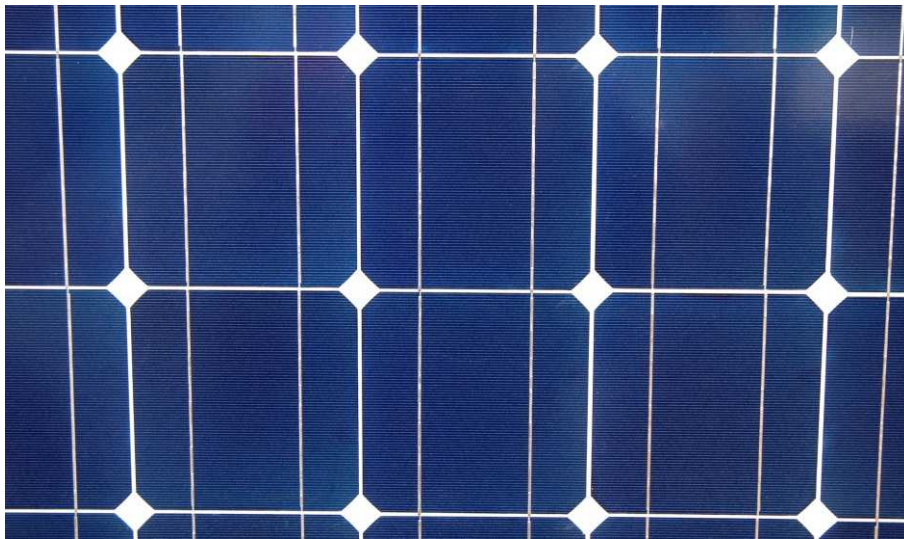


# Aufbau der Anlagen

## 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 eingestrahltten Sonnenlichts

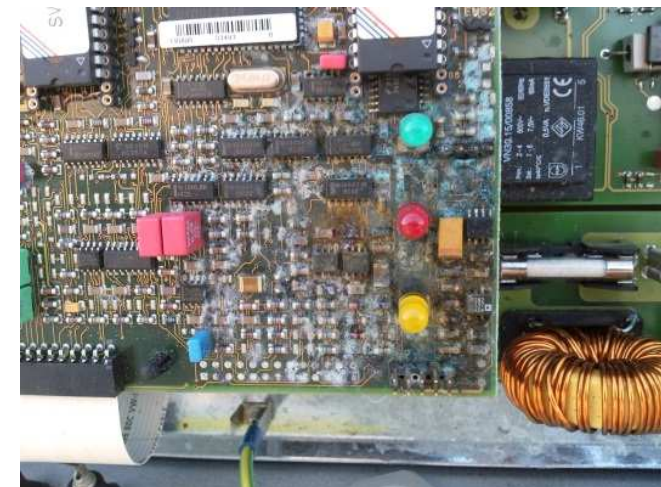
## Aufgaben eines Wechselrichters

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



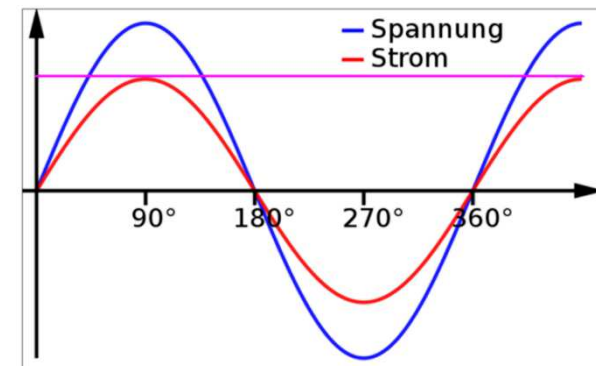
## Gleich- und Wechselstrom

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

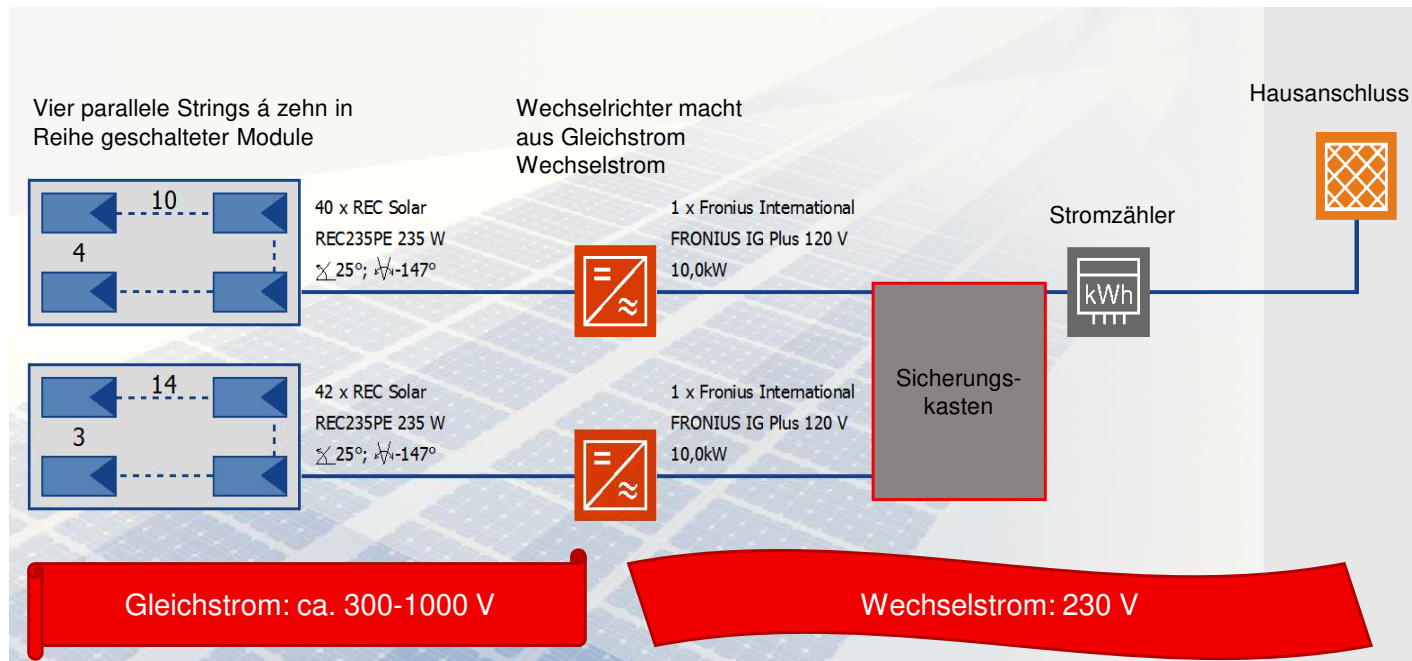




## Exkurs: Strom

### 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

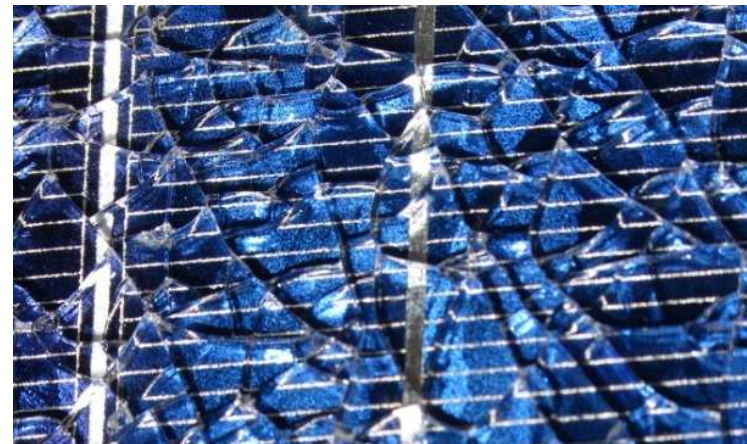
Keine Aussage über die daraus resultierende Gefährdung

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

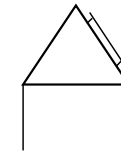
- Dachintegrierte Systeme
- Fassadensysteme



# Gefahren für Einsatzkräfte

## Brandausbreitung: Zugangsmöglichkeiten

Über Nordseite



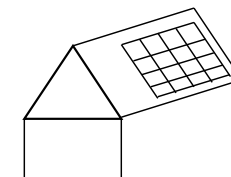
Über giebelseitige Fenster bei beidseitig belegten Dachhälften oder Flachdächern



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

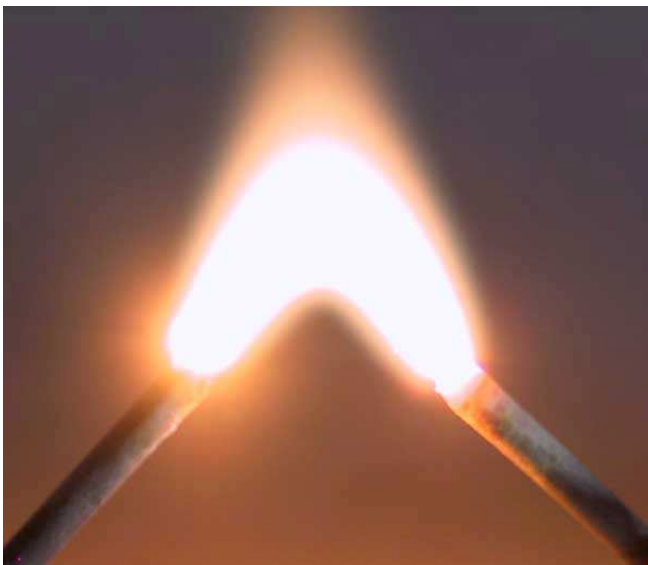
<b>Strahlrohr DIN 14365-CM</b>	<b>Niederspannung (N)</b>  <b>≤ AC 1,0 kV ≤ DC 1,5 kV</b>	<b>Hochspannung (H)</b>  <b>&gt; AC 1,0 kV &gt; DC 1,5 kV</b>
Sprühstrahl	1 m	5 m
Vollstrahl	5 m	10 m
Kurzzeichen	N-1-5	H-5-10

## 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)

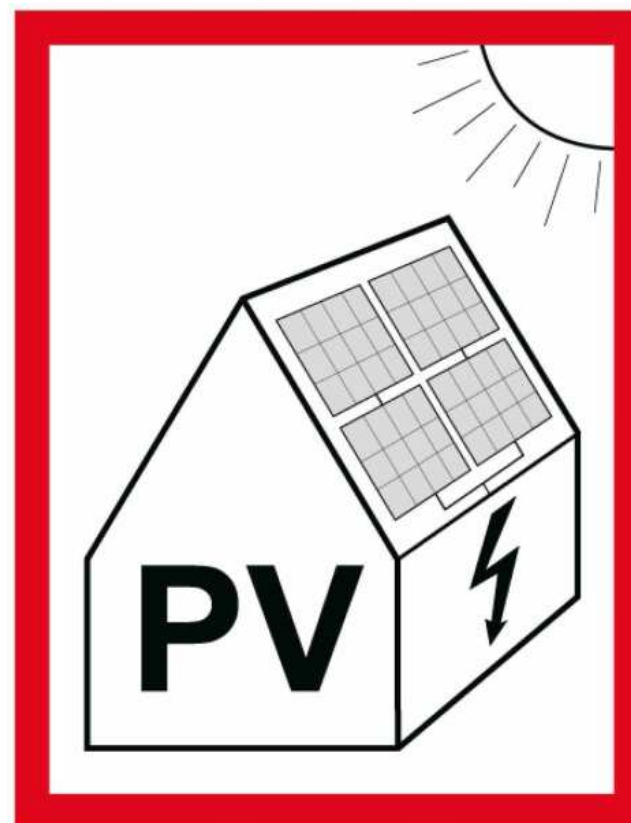
Bereitstellung von Übersichtsplänen (VDE-AR-E 2100-712)

## 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

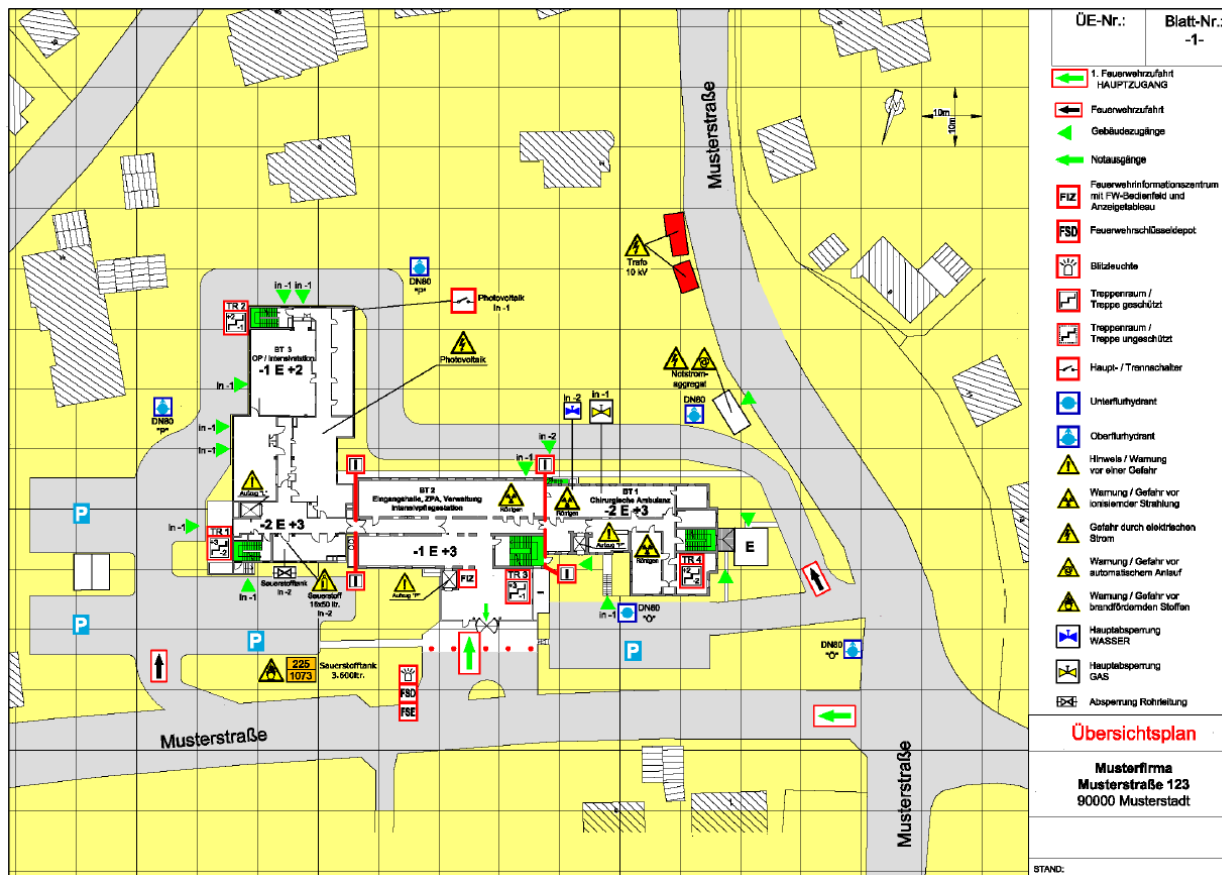
Im Netzgebiet der N-ERGIE haben alle  
Kunden bereits die Hinweisschilder  
erhalten





# 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		2		3		4	5	6	7	8
9		10		11		12		13		14
15		16		17		18		19		20
21		22		23		24		25		26
27		28		29		30		31		32
33		34		35		36		37		38
39		40		41		42		43		44
45		46		47		48		49		50
51		52		53		54		55		56
57		58		59		60		61		62
63		64		65		66		67		68
69		70		71		72		73		74
75		76		77		78		79		80
81		82		83		84		85		86
87		88		89		90		91		92
93		94		95		96		97		98
99		100		101		102		103		104
105		106		107		108		109		110
111		112		113		114		115		116
117		118		119		120		121		122
123		124		125		126		127		128
129		130		131		132		133		134
135		136		137		138		139		140
141		142		143		144		145		146
147		148		149		150		151		152
153		154		155		156		157		158
159		160		161		162		163		164
165		166		167		168		169		170
171		172		173		174		175		176
177		178		179		180		181		182
183		184		185		186		187		188
189		190		191		192		193		194
195		196		197		198		199		200
201		202		203		204		205		206
207		208		209		210		211		212
213		214		215		216		217		218
219		220		221		222		223		224
225		226		227		228		229		230
231		232		233		234		235		236
237		238		239		240		241		242
243		244		245		246		247		248
249		250		251		252		253		254
255		256		257		258		259		260
261		262		263		264		265		266
267		268		269		270		271		272
273		274		275		276		277		278
279		280		281		282		283		284
285		286		287		288		289		290
291		292		293		294		295		296
297		298		299		300		301		302
303		304		305		306		307		308
309		310		311		312		313		314
315		316		317		318		319		320
321		322		323		324		325		326
327		328		329		330		331		332
333		334		335		336		337		338
339		340		341		342		343		344
345		346		347		348		349		350
351		352		353		354		355		356
357		358		359		360		361		362
363		364		365		366		367		368
369		370		371		372		373		374
375		376		377		378		379		380
381		382		383		384		385		386
387		388		389		390		391		392
393		394		395		396		397		398
399		400		401		402		403		404
405		406		407		408		409		410
411		412		413		414		415		416
417		418		419		420		421		422
423		424		425		426		427		428
429		430		431		432		433		434
435		436		437		438		439		440
441		442		443		444		445		446
447		448		449		450		451		452
453		454		455		456		457		458
459		460		461		462		463		464
465		466		467		468		469		470
471		472		473		474		475		476
477		478		479		480		481		482
483		484		485		486		487		488
489		490		491		492		493		494
495		496		497		498		499		500
501		502		503		504		505		506
507		508		509		510		511		512
513		514		515		516		517		518
519		520		521		522		523		524
525		526		527		528		529		530
531		532		533		534		535		536
537		538		539		540		541		542
543		544		545		546		547		548
549		550		551		552		553		554
555		556		557		558		559		560
561		562		563		564		565		566
567		568		569		570		571		572
573		574		575		576		577		578
579		580		581		582		583		584
585		586		587		588		589		590
591		592		593		594		595		596
597		598		599		600		601		602
603		604		605		606		607		608
609		610		611		612		613		614
615		616		617		618		619		620
621		622		623		624		625		626
627		628		629		630		631		632
633		634		635		636		637		638
639		640		641		642		643		644
645		646		647		648		649		650
651		652		653		654		655		656
657		658		659		660		661		662
663		664		665		666		667		668
669		670		671		672		673		674
675		676		677		678		679		680
681		682		683		684		685		686
687		688		689		690		691		692
693		694		695		696		697		698
699		700		701		702		703		704
705		706		707		708		709		710
711		712		713		714		715		716
717		718		719		720		721		722
723		724		725		726		727		728
729		730		731		732		733		734
735		736		737		738		739		740
741		742		743		744		745		746
747		748		749		750		751		752
753		754		755		756		757		758
759		760		761		762		763		764
765		766		767		768		769		770
771		772		773		774		775		776
777		778		779		780		781		782
783		784		785		786		787		788
789		790		791		792		793		794
795		796		797		798		799		800
801		802		803		804		805		806
807		808		809		810		811		812
813		814		815		816		817		818
819		820		821		822		823		824
825		826		827		828		829		830
831		832		833		834		835		836
837		838		839		840		841		842
843		844		845		846		847		848
849		850		851		852		853		854
855		856		857		858		859		860
861		862		863		864		865		866
867		868		869		870		871		872
873		874		875		876		877		878
879		880		881		882		883		884
885		886		887		888		889		890
891		892		893		894		895		896
897		898		899		900		901		902
903		904		905		906		907		908
909		910		911		912		913		914
915		916		917		918		919		920
921		922		923		924		925		926
927		928		929		930		931		932
933		934		935		936		937		938
939		940		941		942		943		944
945		946		947		948		949		950
951		952		953		954		9		

## 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

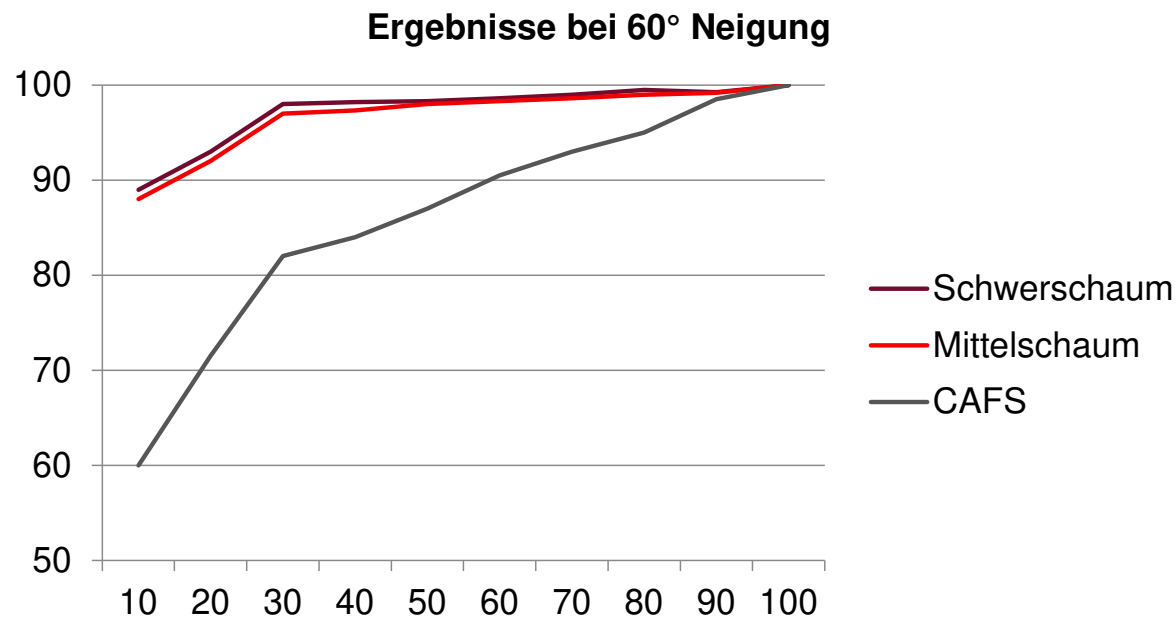
- Schwerschaum (Mehrbereichschaum)
- Mittelschaum (Mehrbereichschaum)
- CAFS (Class A-Foam)

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

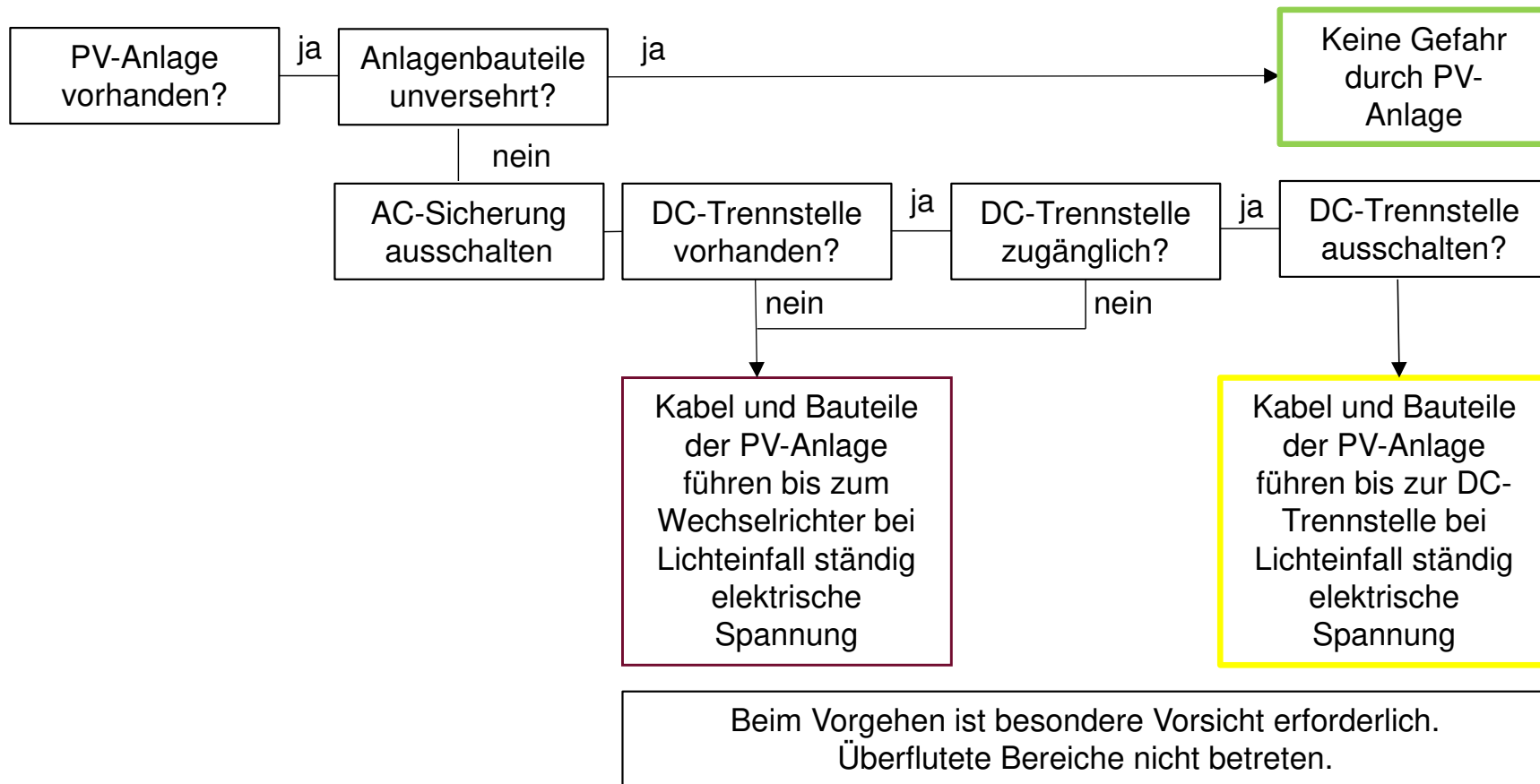
Gekennzeichnete Leitungsführung

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.