



Fotos: Heizplan AG, www.heizplan.ch; Achim Grochowski (Wikipedia), Feuerwehr Stans und Nicole Seitz



Strom aus Photovoltaik

# Angst ist der falsche Ratgeber

Photovoltaik wird in den Feuerwehren landesweit wie auch international intensiv diskutiert. Noch lassen sich viele Feuerwehrangehörige durch Halbwahrheiten und Gerüchte beeindrucken. Selbst renommierte Organisationen im Feuerwehrwesen wissen häufig nicht, was Sache ist. Aufklärung tut deshalb Not, denn das Vorgehen unterscheidet sich nicht von anderen elektrischen Anlagen.

Zürich, 28. Mai 2011: Ein Mädchen tumt an der Tramhaltestelle herum. Es berührt einen Strommasten der Tramlinie in der Bahnhofstrasse, dessen Isolation defekt ist. Das Kind wird von einem 600-Volt-Stromschlag getroffen, als es den Mast und eine Sitzbank daneben berührt. Ausser Verbrennungen an den Händen passiert dem Mädchen glücklicherweise nichts.

Was hat dieses Ereignis mit Photovoltaik (PV) zu tun? Sowohl beim Tram wie auch bei der Photovoltaik treten Spannungen im oberen dreistelligen Voltbereich auf. Beide

Systeme arbeiten mit Gleichstrom (DC). Die Gefahren für Feuerwehrleute sind vergleichbar.

## Wie gefährlich ist Gleichstrom?

Gleichstrom ist im Gegensatz zu Wechselstrom (AC), den wir alle von der Steckdose kennen, deutlich weniger gefährlich. Er führt bei längerer Berührung zwar ebenfalls zum Tod, allerdings gibt es keine Loslasschwelle. Das heisst, man bleibt nicht «kleben», wie man dies von Wechselstrom immer wieder hört. Trotz der hohen Spannungen

Photovoltaik ist, insbesondere nach den Ereignissen der letzten Monate, immer häufiger anzutreffen. Auch wenn für Feuerwehren einige Herausforderungen damit verbunden sind, gibt es keinen Grund, in Panik zu verfallen.

gen sind die Verletzungen deshalb häufig nur oberflächlich.

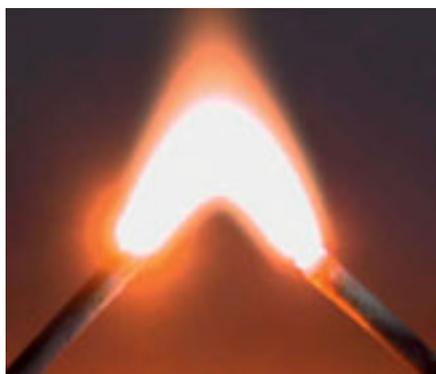
Trotzdem: Auch Gleichstrom kann zum Tod führen. Dies geschieht durch eine zu grosse Anregung des Herzmuskels und führt letztlich zu Herzkammerflimmern. Anders als bei Wechselstrom, der direkt Kammerflimmern auslöst, geschieht das beim Gleichstrom über einen Umweg. Dies verschafft Zeit. Zeit, die häufig ausreicht, um den Leiter loszulassen.

Einsatzkleidung bietet gegen das versehentliche Berühren eines Gleichstromlei-

ters einer Photovoltaikanlage einen guten Schutz. Feuerwehrbekleidung muss strenge Normen erfüllen, die Isolationswirkung gegenüber Strom gehört für Schuhe selbstverständlich dazu. Brandschutzbekleidung soll gemäss Norm eine gewisse Sicherheit gegen Lichtbogen bieten.

**Lichtbogen als ernste Gefahr**

Gleichstrom erzeugt bei einem Kurzschluss lange andauernde Lichtbogen. Diese sind extrem hell und können im Gegensatz zu Funken bei Wechselstrom über Minuten oder sogar Stunden bestehen bleiben. Der direkte Blick in einen Lichtbogen kann durch die intensive Strahlung die Augen



Lichtbogen sind sehr helle und heisse elektrische Entladungen.

Netzwechselrichter schalten sich bei Trennung vom Stromnetz aus. Bei einer Überflutung kann sich Wasserstoff bilden, der mit Explosimetern gemessen werden kann.

schädigen. Durch die hohe Temperatur können Materialien wie Isolation oder Holz in Brand geraten, und die Haut kann bei Kontakt verbrannt werden. Lichtbogen sollten nur durch ein Abschalten der stromführenden Leiter unterbrochen werden. Durch Manipulieren der bereits beschädigten Leitern gefährdet man sich unnötig.

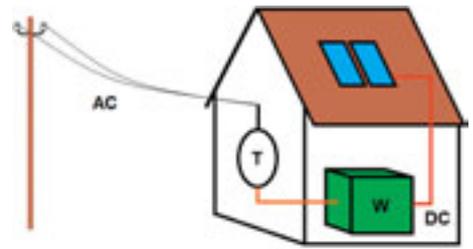


**Lichtbogen = Abschalten der stromführenden Leiter!**

**Explosionsgefahr durch Wasserstoff (Knallgas)**

Eine unangenehme Eigenschaft des Gleichstroms ist, dass er Wasser elektrolytisch in Wasserstoff und Sauerstoff spalten kann. Gerade bei Unwettern, wo Schmutzwasser, welches Strom viel besser leitet als sauberes Wasser, die Wechselrichter überflutet, ist die Gefahr real. Wechselrichter sind Geräte, die den erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom umwandeln und die Energie so für die Netzeinspeisung aufbereiten. Zeigt sich die Sonne nach dem Unwetter wieder, kann Wasserstoff in relevanten Mengen entstehen.

Rechtzeitige und ausreichende Belüftung verhindert, dass die Explosionsgrenze überschritten wird. Am einfachsten geschieht dies noch immer durch das Öffnen von Fenstern und Türen. Da sich Wasserstoff äusserst schnell verflüchtigt, dürfte dies in den meisten Fällen ausreichend sein.



Die in den Photovoltaikmodulen erzeugte Elektrizität (DC) wird im Wechselrichter zu Wechselstrom (AC) umgeformt. Der Trennschalter (T) ermöglicht ein Trennen der Anlage vom Netz.

Hier gilt die einfache Faustregel: Wasserstoff kann nicht mit allen Ex-Messgeräten gemessen werden. Die meisten Geräte sind dazu jedoch in der Lage, besser ist aber sicher, dies in einer ruhigen Minute im Feuerwehrdepot in der Betriebsanleitung nachzulesen.

**Wechselrichter: Trennung vom Netz schaltet das Gerät aus**

Häufig wurde von Feuerwehren in der Vergangenheit gefordert, dass alle Photovoltaikanlagen über einen separaten DC-Trennschalter verfügen müssen um die Solarpanels vom Gerät abzukoppeln.

Die neueren Netzwechselrichter sind so ausgelegt, dass sie sich bei der Trennung vom Stromnetz selber ausschalten und die DC-Seite galvanisch trennen. Wechselrichter von netzunabhängigen Anlagen (beispielsweise in Schrebergärten, abgelegenen Ferienhäusern oder Berghütten) schalten



■ **Elektrobrand Photovoltaikanlage Länderpark, Stans**



Am Dienstag, dem 13. Juli 2010, brach gegen Mittag ein Brand an der Solarstromanlage auf dem Dach des Einkaufszentrums Länderpark in Stans aus. In einem der Kästen, in denen die Leitungen der Solarpanels zusammengeführt werden, waren Kabel in Brand geraten. In Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des Elektrizitätswerks Nidwalden trennte die

Nach dem Öffnen der Box erstickte die Feuerwehr das Feuer mit Kohlendioxidlöschern.

Der Feuerwehreinsatz erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Elektrizitätswerk.

Feuerwehr die Box von den Zuleitungen und löschte den Brand. Die aus 3150 Solarpanels bestehende Anlage auf dem Dach des Einkaufs-

zentrums wurde in Zusammenarbeit mit der Genossenschaft Migros Luzern und dem Kantonalen Elektrizitätswerk Nidwalden (EWN) realisiert. Mit der Inbetriebnahme Anfang April 2010 ging sie in den Besitz des EWN über. Die Anlage speist bei Sonnenschein ca. 570 Kilowatt ins EWN-Netz ein.

*Edi Ettlin, Korrespondent NW*

sich nicht selber ab, sie müssen mit einem Handschalter getrennt werden. Erst dann sind sie auf der Wechselstromseite spannungsfrei. Sie verfügen aus Stromspargründen meist über einen solchen DC-Handschalter.

**Trümmerschatten? – Nichts Neues!**

Auch wenn Photovoltaikmodule abstürzen können, der Trümmerschatten unter einem Schrägdach ist für Feuerwehren nichts Neues. Auch Kamine, Dachziegel oder An-

tennen können abstürzen, aus diesem Grund ist der Bereich unter Dachschrägen generell zu meiden oder besser sogar abzusperrten.

**Kleine Inselanlagen sind kaum gefährlich**

Anlagen ohne Verbindung zum Stromnetz, also Inselanlagen, werden häufig mit sehr kleinen Leistungen ausgelegt. Sie versorgen beispielsweise eine abgelegene Notrufsäule, ein Ferienhaus oder eine Berghütte

mit Strom. Der Strom wird mit einer Spannung von 12 Volt in eine Batterie eingespeisen und lädt diese auf. Der Strom wird wieder mit 12 Volt Spannung entnommen und kann einem unter ganz ungünstigen Bedin-

Die in der Literatur verzeichneten Angaben, ab wann Strom tödlich ist, beziehen sich auf einen ungeschützten Menschen. Eine saubere, trockene Brandschutzbekleidung bietet auch vor Stromschlägen einen guten Schutz.

Badehose	Kleidung	Brandschutzbekleidung	
	Sicherheitsnormen		
	keine	DIN EN 443, 469, 659, 15090	  Xf1 Xr1 Y 2 Z 2 EN 469:2005
	Schutz gegen elektrischen Strom		
	keiner	gut	
	Schutz gegen Hitze (Lichtbogen)		
	keiner	gut	
	Körperwiderstand		
	klein	gross	
Fliessender Strom			
sehr gross	klein		

**Das Wichtigste in Kürze**

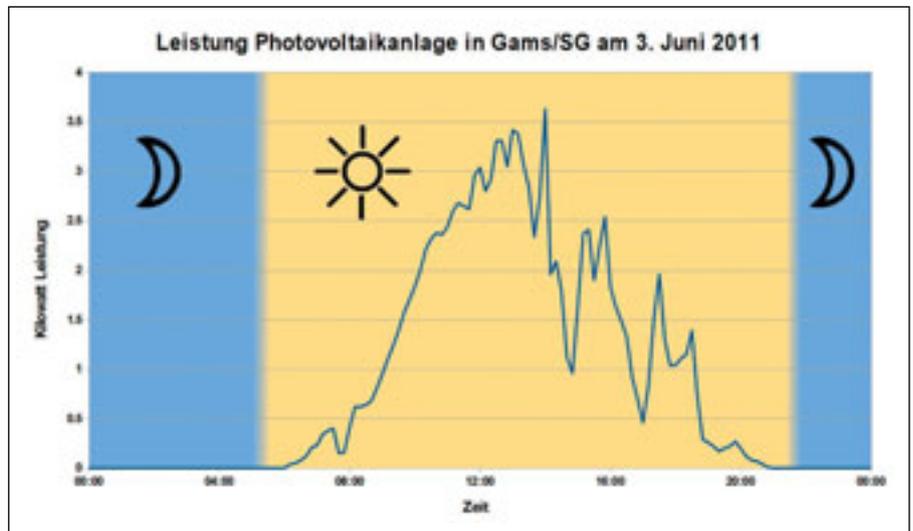
- PV-Anlagen sind keine grundsätzlich neue Problematik für die Feuerwehr.
- Unbeschädigte Anlagen stellen im Brandfall keine Gefahr dar.
- Bei Überflutungen kann Knallgas entstehen. Mit Explosimeter und Lüfter mit Lutte ist auch das beherrschbar. Nur EX-geschützte Lüfter verwenden oder mit Lutte arbeiten. Einfaches Öffnen von Türen und Fenstern während Unwettereinsätzen lässt den entstehenden Wasserstoff meist bereits entweichen.
- Wasserspannungsprüfer zeigen gefährliche Ströme im Wasser an. Wegen möglicher Explosionsgefahr Geräte im Freien prüfen, nicht in Nähe der Wechselrichter!
- Nicht alles, was über Photovoltaik geschrieben und gesagt wird, ist auch wahr.
- Bei einer Trennung vom Stromnetz schalten sich neuere Netzwechselrichter automatisch ab. Darum immer Sicherungen/Trennschalter auf der Wechselstromseite ausschalten.
- Keine Manipulationen an Leitungen oder Kabeln. Ist dies unumgänglich, Elektroberufspersonal beiziehen.
- Niemals blanke Drähte oder Kabelenden berühren.
- Löschen mit Sprühstrahl (einen Meter Mindestabstand) oder bei Vollstrahl mit fünf Metern Mindestabstand.
- Keinesfalls auf Module stehen. Module nicht beschädigen!

gungen einen elektrischen Schlag versetzen. Die Gefahr von Lichtbogen ist bei kleinen Spannungen zwar geringer, aber bereits ab 12 Volt sind Lichtbogen möglich. Die



**Kleine Solarkraftanlage = wenig Wasserstoff; grosse Anlage = viel Wasserstoff.**

Fachliteratur schliesst Lebensgefahr bei solch kleinen Spannungen allerdings aus. Falls ein Wechselrichter installiert ist, wird dort Wechselstrom mit einer Spannung von 230 Volt erzeugt. Dieser ist identisch mit



Strom vom Stromnetz und genauso gefährlich.

**Mechanische Zerstörung unbedingt vermeiden!**

Eine intakte Photovoltaikanlage stellt für die Feuerwehren im Brandfall keine Gefahr

dar. Damit dies so bleibt, sollte unbedingt darauf verzichtet werden, eine solche Anlage mechanisch zu zerstören. Selbst wenn Glutnester unter PV-Modulen im Dachgebälk gesucht werden müssen oder eine Dachöffnung nötig ist, sollte die Anlage nur unter Beizug einer Fachperson demontiert

**Dichtung und Wahrheit**

Behauptung	Kommentar
Mondlicht oder die Schadenplatzbeleuchtung können lebensgefährliche Ströme entstehen lassen.	Bei Mondlicht definitiv nicht möglich, bei Schadenplatzbeleuchtung äusserst unwahrscheinlich.
Brennende PV-Module setzen hochgiftige Gase frei.	Gilt nur für hocheffiziente Photovoltaik aus der Raumfahrt, diese kommt auf Hausdächern nicht zur Anwendung.
Mit Einschäumen kann die Stromproduktion unterbrochen werden.	Schaum unterbricht nur direkte, nicht aber diffuse Strahlung. Die Anlage produziert weiterhin Strom. Zudem fliesst der Schaum meist schnell wieder ab.
Bei Anlagen ohne DC-Trennschalter steht der Wechselrichter dauernd unter Strom.	Wechselrichter für die Netzeinspeisung stellen ihren Betrieb automatisch ein, sobald sie vom Netz getrennt werden.
Überflutungen von Wechselrichtern sind extrem gefährlich.	Die entstehende Wasserstoffmenge ist meist gering. Wasserstoff verflüchtigt sich äusserst schnell, Gefahr besteht vorwiegend in Räumen ohne Durchlüftung.
Photovoltaik arbeitet mit Hochspannung und darf nicht gelöscht werden.	Nein, Photovoltaik arbeitet mit Gleichstrom bis maximal 1000 Volt. Gleichstrom unter 1500 Volt ist Niederspannung und darf mit Sprühstrahl und einem Meter Mindestabstand gelöscht werden. Bei Vollstrahl fünf Meter Mindestabstand einhalten!
Dächer mit Photovoltaik sind sehr einsturzgefährdet.	PV-Module sind leicht und nur eine kleine Zusatzlast. Ausser bei Industrie-Leichtbaudächern ändern sie an der Statik so gut wie nichts.

werden. Gerade eine Dachöffnung kann häufig auch auf der Nordseite erfolgen, so dass eine Zerstörung der Anlage nicht notwendig ist.

Photovoltaikmodule sind nicht trittsicher und bieten keinen Halt. Sie können jederzeit brechen und dürfen keinesfalls betreten werden.



**Knallgas =  
lüften, lüften, lüften!**

### Das Märchen vom Vollmond

Selbst Ausbildungsunterlagen von Feuerwehren warnen vor lebensgefährlichen Strömen in Photovoltaikanlagen während Vollmondnächten. Prof. Dr. Häberlin von der Berner Fachhochschule zeigte jedoch experimentell, dass dieses Gerücht ins Reich der Märchen gehört. Mit Daten einer Anlage aus dem St. Galler Rheintal (siehe

Diagramm) kann gezeigt werden, dass die Leistung noch nach Sonnenauf- und schon vor Sonnenuntergang auf null ist. Zu diesem Zeitpunkt geht von der Anlage keine Gefahr mehr aus.

### Brennstoffzelle: fast dieselben Gefahren

Genauso wie bei Photovoltaik wird auch in einer Brennstoffzelle Gleichstrom produziert. Es wird eine kleine Spannung in Zellen erzeugt, die durch eine Serieschaltung zu mehreren Hundert Volt addiert werden kann. Anschliessend wird auch hier mit einem Wechselrichter der Strom zur Netzeinspeisung umgewandelt. Dadurch sind die Gefahren sehr ähnlich, mit dem einzigen Unterschied, dass bei einer Brennstoffzelle die Zufuhr von Brennstoff grundsätzlich unterbrochen werden kann und die Zelle eine erhöhte Arbeitstemperatur hat. Auch wenn Brennstoffzellen noch kaum verbreitet sind, werden sie in Fahrzeugen und zur Stromerzeugung eine zunehmend wichtigere Rolle spielen.

### Fazit

Photovoltaikanlagen bringen keine Gefahren mit sich, denen Feuerwehren nicht schon bisher hätten begegnen können. Gerade unterbrechungsfreie Stromversorgungen, die in vielen Firmen, Spitälern und auch technischen Einrichtungen zu finden sind, gleichen der Photovoltaik bezüglich der Gefahren. Mit dem Unterschied, dass der Strom bei Photovoltaik aus der Sonne und nicht aus Batterien stammt. Angst vor Photovoltaik zu haben ist fehl am Platz, die Technik ist beherrschbar. Mit dem Einhalten der üblichen Sicherheitsvorkehrungen wird Photovoltaik im Feuerwehralltag einen Platz einnehmen wie andere Technologien auch. 

Nicole J. Seitz, Master-Studentin  
Umweltnaturwissenschaften ETH, Zugführerin,  
Kompanie Limmattal, Feuerwehr Zürich

## Richterswil: statt abgebrochen, abgebrannt

Aus ungeklärten Gründen brennt am 16. Februar 2011 im Dorfzentrum von Richterswil eine Abbruchliegenschaft. Um Mitternacht bekommt die Kantonspolizei Zürich den Anruf eines Anwohners, der einen Brand einer Liegenschaft an der Gartenstrasse in Richterswil meldet. Beim Objekt handelt es sich um eine frei stehende, ältere Abbruchliegenschaft im Dorfkern von

Richterswil. Die Feuerwehr Richterswil rückt wenige Minuten später zum Einsatzort aus und findet das Haus bereits in Vollbrand. Aus allen Stockwerken und dem Dach lodern die Flammen meterhoch.

Der Kommandant und Einsatzleiter Hptm Karl Rusterholz lässt zur Brandbekämpfung mehrere Löscheinheiten einsetzen, wobei ein Innenangriff we-

gen der Einsturz- und Durchbruchgefahr nicht mehr möglich ist. Über das Hubrettungsfahrzeug kann der Brand erfolgreich von oben bekämpft werden, sodass bereits nach einer Stunde das Feuer unter Kontrolle ist. Ein Grossteil des Dachstockes ist mittlerweile eingebrochen, und um die Statik des Gebäudes zu stabilisieren, werden die eingestürzten Gebäudeteile während der Nachlöscharbeiten entfernt, damit das Gewicht reduziert wird. Diese Arbeiten dauern noch mehrere Stunden. Die unbewohnte Liegenschaft brennt bis auf die Grundmauern nieder.

Die Ursache des Brandes kann vom Brandermittlungsdienst der Kantonspolizei Zürich nicht mit letzter Sicherheit geklärt werden. Auch ob die schnelle Brandentwicklung auf Brandstiftung zurückzuführen ist, kann bis jetzt nicht bestätigt werden. Im Einsatz standen insgesamt 50 Einsatzkräfte der Feuerwehr Richterswil. 

Daniel Inderbitzin, Korrespondent ZH



Foto: Kantonspolizei Zürich

Beim Eintreffen der Feuerwehr steht die Abbruchliegenschaft bereits im Vollbrand. An einen Innenangriff ist nicht mehr zu denken.