

Wir hoffen, dass wir Sie mit diesem technischen Leitfaden in Sachen Brandschutz bei Photovoltaikanlagen beraten und Ihnen einen Überblick geben können, um somit für den Brandschutz und Schadenminimierung oder gar -vermeidung einen Beitrag leisten können.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg und Spaß mit Ihrer PV-Anlage!

Keine Gewähr auf Inhalte und technische Angaben. Diese sind bei den jeweiligen Herstellern einzuholen



## ***Technischer Leitfaden***

### ***Sicherheitsempfehlungen***

### ***Photovoltaik***

***... für ein Maximum an Sicherheit !***

Herausgeber:  
BessteQ GmbH  
Willesch 6 - D-49779 Oberlangen

**[www.TPS-Intercert.de](http://www.TPS-Intercert.de)**

TPS • Technische Prüfstelle für Solartechnik  
Prüflabor der BessteQ GmbH

# PV-Anlagen sicher planen + sicher bauen + sicher betreiben

Eine Photovoltaikanlage ist eine gute und umweltbewußte Anschaffung. Da sie ein richtiges, nicht zu unterschätzendes Leistungs-Kraftwerk ist, birgt sie auch hohe Spannungen und Ströme, die eine große Gefahr darstellen. Diese können jedoch in den Griff bekommen werden, wenn man die richtigen Sicherheitsmaßnahmen einsetzt.

## Funktionsweise einer PV-Anlage:

Eine PV-Anlage produziert Strom und eine hohe Gleichspannung (bis zu 1.000 Volt), wenn Licht einfällt. Diese Spannung steht permanent vom Modul bis zum Wechselrichter an, solange Licht vorhanden ist. Diese Spannung läßt sich bei der Standard-Anlage nicht abschalten.

## Die Gefahr:

Wenn ein Gebäude aus irgendeinem Grund in Brand steht, kann es vorkommen, dass die Feuerwehr nicht löscht, da für die Einsatzkräfte eine extreme Gefahr vorherrscht. Für die Prioritäten gilt: „Leben geht vor Sachwerten“ Die Feuerwehr läßt somit möglicherweise „kontrolliert abbrennen“ und das Gebäude ist verloren. Sehr schade, denn es stecken nicht nur ersetzbare Sachwerte im Objekt, sondern auch nicht wieder ersetzbare, persönliche Dinge. Oder im gewerblichen Bereich kann dies zu enormen kommerziellen Schäden führen, wenn Lagerbestände oder Fertigungseinrichtungen oder Maschinen nur noch Schrottwert haben. Hier sollte auch noch folgende Gefahr erwähnt werden, an die im Vorfeld selten gedacht wird: Es sind nicht nur Brandschäden, die einen enormen Schaden ausrichten können. Ein Rauchschaden kann ebenso immense Schäden verursachen. Bei einer Rauchentwicklung befinden sich verbranntes Material und Teilchen im Rauch. Wenn dieser sich absetzt, z.B. auf und in Maschinen, entsteht ein chemischer Prozess, da diese Teilchen meist ein saure Konsistenz besitzen. Hier wird es problematisch: die Maschine ist kein Totalschaden, eine Reparatur ist äusserst aufwändig und Zeitintensiv, zahlt die Versicherung? Die Haupt-Brandgefahr stellen die Wechselrichter dar. Diese sind meist mit Ventilatoren zur Kühlung ausgestattet. Bei einem defekt können diese schnell überhitzen und zum Brandauslöser werden. Diese sind meist auf brennbaren Untergründen installiert, wie z.B. Holz. Meist bestehen sie größtenteils aus Kunststoff. Kunststoff ist „gepresstes Erdöl“, d.h. es brennt sehr gut. Hinzu kommt, dass schmelzende Kunststoffteile brennend auf den Boden fallen und dort ebenfalls auf brennbares Material treffen. Wie man sieht, sind sehr viele Parameter im Spiel. Die Überhitzung eines Wechselrichters könnte relativ einfach durch Abschalten der Energiequellen, also der PV-Module, vermieden werden. Deswegen ist es äußerst ratsam, alle erdenklichen Vorkehrungen zu treffen, um einen Brand oder Rauchentwicklung möglichst im Frühstadium zu ersticken.

## Die Gefahren einer PV-Anlage sind:

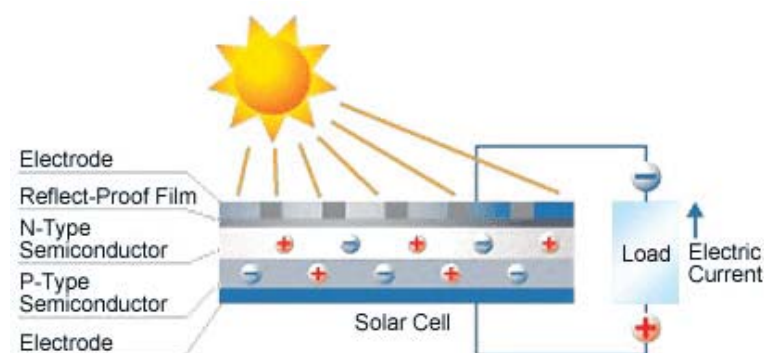
- Stromschlaggefahr durch die hohen Spannungen bis zu 1.000 V
- Lichtbogengefahr, dadurch Brandrisiko
- Brandgefahr durch defekte Wechselrichter
- Rauchvergiftungsgefahr
- Herabfallende Teile

Eine Photovoltaik-Anlage sollte unbedingt mit einem Not-Aus-System ausgestattet sein, damit für Personen im Notfall keine Gefahr besteht und die Feuerwehr bedenkenlos Ihre Arbeit verrichten kann. So kann gewährleistet werden, dass alle technisch möglichen Vorkehrungen getroffen wurden, um die Schäden minimal zu halten.

## Die Forderung an eine gute Sicherheits-Abschaltung:

Hierzu werden im Markt verschiedene Lösungen angeboten, die jedoch wesentliche Unterschiede haben. Wir empfehlen auf folgende Punkte zu achten:

- Maximale Personensicherheit
- Als „Sicherheitssystem“ darf nur ein System gelten, das mit robusten, mechanischen Kontakten als Schaltelement arbeitet und nicht mit unzuverlässigen Halbleitern und möglichst wenige elektronische Bauteile beinhaltet.
- Von High-Tech-Lösungen, wie Funk- oder Powerline-Datenübertragung ist dringend abzuraten. (Je mehr Elektronik, desto geringer die Lebensdauer)
- Das System sollte vollkommen unabhängig vom PV-System arbeiten
- Ein gutes „Sicherheitssystem“ sollte mehrere Möglichkeiten zur Auslösung besitzen
- Manuelle Auslösung sollte möglich sein
- Ebenso sollten automatische Möglichkeiten zur Auslösung vorhanden sein
- Alarmweiterleitung an Brandmeldezentrale oder Handy
- Auslösung über einfachen Rauchmelder möglich
- Ein Sicherheitssystem ist nur dann ein Sicherheitssystem, wenn es Fail-Safe-Eigenschaften besitzt
- Automatische Löschung von Lichtbögen, dadurch vorbeugender Brandschutz
- Das System sollte Redundanz besitzen
- Langzeit-Zuverlässigkeit über mind. 20 Jahre
- Keinen Einfluss auf den Ertrag der Anlage
- Abschaltung sollte möglichst modulnah erfolgen, idealerweise direkt am Modul
- Dadurch komplette Abschaltung des Systems bzw. jeder einzelnen Energiequelle (= PV-Modul) - ohne Wenn und Aber.



# Not-Aus-Systeme

## Beispiel1: SolteQ BFA-Box

Das Sicherheits-System „BFA-System“ (Brand-Fall-Abschaltung) wird von der emsländischen **Fa. SolteQ GmbH** angeboten. Es ist in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr entwickelt und genau auf die Bedürfnisse abgestimmt worden. Das seit Jahren bewährte „Scheibe einschlagen - Knopf drücken“-Prinzip wurde hier in Form eines altbewährten Not-Melders angewandt. Weiterhin wird reichhaltiges Zubehör für das System angeboten, wie z.B. einen praktischen Rauchmelder und Überschwemmungssensor. Mit diesem Zubehör ist praktisch jeder erdenkliche Fall abgedeckt, der in der Praxis vorkommen kann.

Funktionsweise: Die direkt an den PV-Modulen befindlichen „BFA-Boxen“ schalten im Notfall die Modulanschlüsse direkt kurz. Jede einzelne Energiequelle wird auf diese Weise sicher und zuverlässig abgeschaltet.

Lt. Hersteller und Berechnungen der TPS beträgt die MTBF (Errechnete Lebensdauer) bei 57 Jahren pro BFA-Box. Das seit 2008 erhältliche und mittlerweile auf vielen Anlagen praxisbewährte System wird sowohl zur Nachrüstung, als auch modulintegriert angeboten.

- Vorteile:
- + Ideal-Lösung einer Sicherheits-Abschaltung
  - + günstiges System, u.a. durch duale Verschaltungsmöglichkeit
  - + Erfüllt alle genannten Anforderungen zu 100% und mehr
  - + Montage einfach
  - + Modulintegriert erhältlich
  - + Nachrüstung bei aufgeständerten Anlagen einfach
  - + Sehr einfache Ab- und Wieder-Einschaltung des Systems, zerstörungsfrei
  - + Reichhaltiges Zubehör
  - + Dadurch vorbeugender Brandschutz gewährleistet

Nachteile:

- Nachrüstung bei dachparallelen Anlagen aufwändig

Zertifizierung(en): TPS, RETI

=> Tip:

*Ideal-Lösung für ein Not-Aussystem Empfehlenswert für alle PV-Anlagen, Nachrüstung von bestehenden Anlagen etwas aufwändiger.*

Informationen erhältlich über [info@solteq.eu](mailto:info@solteq.eu) bzw. [www.solteq.eu](http://www.solteq.eu)

## Beispiel2: Eaton „Feuerwehrscharter“

Ein weiteres System wird von **Fa. Eaton GmbH** angeboten. Bei diesem System wird ein Schalter pro Stringknoten angebracht. Die Solarleitung von diesem Knotenpunkt zum Wechselrichter wird aufgetrennt. Das System hat eine Unterspannungsauslösung bei Netzspannungsausfall. Auf der Modulseite wird die Spannung allerdings nicht abgeschaltet und liegt noch voll an.

Vorteile:

- + Einfache Nachrüstung bei dachparallelen Anlagen

Nachteile:

- Reagiert auch bei kurzzeitigen Netzspannungsausfällen
- Muss an jedem Schalter wieder manuell eingeschaltet werden
- keine Redundanz
- Erfüllt die Sicherheits-Anforderungen der Feuerwehr nur teilweise, weil die Spannungen nur zum Teil abgeschaltet werden
- Falls Schalter defekt, keine Abschaltung (!)
- Falls Schalter selbst brennt, Fehlfunktion möglich
- Manuell wieder einzuschalten, bei einem kurzzeitigen Stromausfall, da Netz-Unterspannungsauslösung (Ungünstig im Urlaub)
- > Spannung möglicherweise wieder da !

Zertifizierungen: z.Z. unbekannt, beim Hersteller zu erfragen

=> Tip:

*Keine Lösung, da nur teilweise Abschaltung*

Informationen erhältlich über [www.eaton.de](http://www.eaton.de)

## Beispiel3: SolteQ Feuerwehrscharter-String-Box

Die Stringbox stellt eine Kompromiss-Lösung dar, wenn der 100%ige Sicherheitsaspekt nicht unbedingt im Vordergrund steht, eine Abschaltung lediglich der Stringleitungen ausreicht.

- Vorteile:
- + günstiges System
  - + Montage einfach
  - + Nachrüstung bei aufgeständerten Anlagen einfach
  - + Sehr einfache Ab- und Wieder-Einschaltung des Systems, zerstörungsfrei
  - + Reichhaltiges Zubehör

Nachteile:

- Spannung wird zwischen den Modulen nicht abgeschaltet.

Zertifizierung(en): TPS, RETI

=> Tip:

*Kompromiss-Lösung für ein Not-Aussystem Empfehlenswert für alle PV-Anlagen,*

*Nachrüstung von bestehenden Anlagen sehr einfach.*

Informationen erhältlich über [info@solteq.eu](mailto:info@solteq.eu) bzw. [www.solteq.eu](http://www.solteq.eu)



Not-Melder, Fa SolteQ



BFA-Box, Nachrüstversion



„Feuerwehrscharter“, Fa. Eaton



Stringbox, Typ SolteQ-SB01



# OVE Richtlinie R 11-1:2013

## PV-Anlagen - Zusätzliche Sicherheitsanforderungen Teil1: Anforderungen zum Schutz von Einsatzkräften

Herausgeber: OVE- Österreichischer Verband für Elektrotechnik  
Gültig ab 01.03.2013

Im Folgenden werden einige Passagen aus der Richtlinie zitiert:

„In Gefahrensituationen, wie z.B. Brand, Sturm, Einsturz besteht die Möglichkeit, dass sich durch Fehler, die auch zeitgleich auftreten können, Gefährdungen für Personen und Einsatzkräfte ergeben.

Potentialunterschiede größer 120V Gleichspannung

Auftreten von Lichtbogenwirkung und daraus resultierende mechanische oder thermische Beschädigung (Brandgefahr).

Quellennah  
Anbringen der Schutzeinrichtung bei der Spannungsquelle, so nahe wie technisch und baulich möglich

Sicher bei Ausfall  
„fail safe“  
Konstruktionseigenschaft, die verhindert, dass es bei einem Ausfall der Anlage zu kritischen Fehlerzuständen kommt.

Durch einen Notfall, wie z.B. Brand am Gebäude, Sturm, Einsturz, können sich Gefährdungen für Personen und Einsatzkräfte, z.B. Beeinträchtigung der Maßnahme des Fehlerschutzes Schutzisolierung gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-1 im DC-Bereich einer Anlage, ergeben. Es ist dafür zu sorgen, dass die Gefahren m Notfall für die Einsatzkräfte im DC-Bereich so gering wie möglich gehalten werden.

... das wirksame Löschen eines Brandes bei einzelnen PV-Modulen innerhalb dieser Fläche.

Diese Einrichtungen müssen so wirken, dass jedenfalls die Bedingungen unter 5.1.2 und je nach Einsatz die Bedingungen von 5.1.3 bzw. 5.1.4 eingehalten werden.

### 5.1.2 Grundfunktionen

Bei Abschaltung des PV-Wechselrichters oder bei Netzabschaltung muss die Aschaltung der quellennahmen Einrichtung zum Schalten, Trennen oder Kurzschliessen automatisch erfolgen.

Zum Schalten, Trennen oder Kurzschliessen ist eine Einrichtung oder die Kombination mehrerer Einrichtungen geeignet, wenn durch ihr Ansprechen ausgangsseitig die Spannung zwischen einem aktiven Teil (= PV-Modul)und Erde und die Spannung zwischen aktiven Teilen (= PV-Modulen) kleiner als 120V Gleichspannung ist.

Die Anordnung der o.a. Einrichtungen kann z.B. an folgenden Punkten erfolgen:  
- am PV-Modul Ausgang oder Ausgang der Anschlussdose des Moduls

### 5.1.3 Kurzschlusseinrichtungen

Die Kurzschlusseinrichtung muss einen definierten dauerhaften Kurzschluss unter vernachlässigbarer Impedanz sicherstellen. Im abgeschalteten Zustand der Anlage muss daher sichergestellt sein, dass die Spannung über alle in Reihe geschalteten Kurzschlusseinrichtungen nicht größer als DC 120V werden kann.

Die Dauerstrombelastbarkeit der Kurzschlusseinrichtung muss mindestens für den 1,25-fachen Wert von  $I_{SC,STC}$  (Kurzschlussstrom unter Standardprüfbedingungen) an der Anschlussstelle ausgelegt sein. Die Kurzschlusseinrichtung muss bei Auftreten eines internen Fehlers ansprechen (d.h. in einen sicheren Zustand fallen „fail safe“).

### 5.1.4 Abschalteinrichtungen

Die Abschaltvorrichtung muss bei Auftreten eines internen Fehlers in einen sicheren Zustand fallen („fail safe“).

## 7. Dokumentation und Kennzeichnung van Anlage und Leitungsführung

Ein Hinweisschild muss Auskunft über das Vorhandensein einer PV-Anlage geben. Es muss am Übergabepunkt der elektrischen Anlage, z.B. Hausanschlusskasten, Gebäude(haupt)verteiler angebracht werden und kann auch zur Kennzeichnung Stromkreisverteiler verwendet werden.“

# OVE Richtlinie R 11-1:2013

Die Forderungen sind eindeutig:  
a) maximale Personensicherheit  
b) max. 120 V im System - an jedem Punkt der Anlage, also auch an den Modulen  
c) „fail safe“-Eigenschaften  
d) Redundantes System

Die einzige Möglichkeit, die genannten Voraussetzungen zu erfüllen ist eine Einrichtung, die jedes einzelne PV-Modul direkt an seinen Anschlüssen kurzschliesst. Eine „Sicherheits-Vorrichtung“ muss zwingend „fail safe“-Eigenschaften besitzen, sowie eine gewisse Redundanz. Dies ermöglicht, dass im Notfall in jedem Fall der sichere Zustand gehalten wird, auch wenn eines der Systemkomponenten der Sicherheitsvorrichtung nicht funktionieren sollte.

Die einzige Lösung, die 100% der o.g. Punkte abdeckt, wird von der Firma SolteQ angeboten und nennt sich PV-Sicherheitsabschaltung SolteQ-BFA (BrandFallAbschaltung). Das System wurde gemeinsam mit der Feuerwehr speziell für die Anforderungen einer PV-Anlage entwickelt und stellt das Ideal-System für die Anforderung dar.

Auf den folgenden Abbildungen sehen Sie die Beschaltung der Strings und die Auswirkungen der verschiedenen Abschalt-Möglichkeiten, sowie die verbleibenden Spannungen im System.

Doch Vorsicht ist geboten:  
Im Markt werden mittlerweile verschiedene Lösungen angeboten, die sich „Abschaltung“ oder sogar „Feuerwehrscharter“ nennen, die jedoch die Sicherheit nur suggerieren, weil nicht wirklich zu 100% abgeschaltet wird. Eine Lösung für eine Sicherheitsabschaltung sollte nicht nur Teilbereiche abschalten, sondern jeden Punkt der Anlage in einen sicheren Zustand versetzen. Schliesslich ist im akuten und meist hektischen Einsatzfall keine Zeit vorhanden, um eine Liste abzuarbeiten und schon gar nicht, von jemandem zu erwarten, dass er an alles gedacht hat, ob z.B. die Anlage abgeschaltet ist, oder welcher Teilbereich usw.

Von Lösungen, die rein elektronisch arbeiten und ein halbleiterbasiertes Schaltelement besitzen ist dringend abzuraten. Denn je mehr elektronische Komponenten ein System besitzt, desto grösser ist die Ausfallwahrscheinlichkeit.

Die Forderung ist: eine 100% Abschaltung an jedem Punkt der Anlage und zwar auch automatisch, sobald der Fehler detektiert wird, möglichst noch bevor die Einsatzkräfte eintreffen. So kann u.U. ein entstehender Lichtbogen automatisch gelöscht werden, und so möglicherweise ein Brand verhindert werden.

Bevor Sie sich für ein System entscheiden, sollten Sie sich über die Wirkungsweisen genau informieren. Ansonsten setzen Sie ein System ein, dass im Grunde keine Wirkung hat und sogar noch gefährliche Situationen verursacht, weil der Feuerwehrmann denkt, die Spannungen wären abgeschaltet, obwohl sie noch vollständig vorliegen.

Mittlerweile sind sogar PV-Module erhältlich, die werksseitig eine BFA-Sicherheitsabschaltung in der Anschlussdose integriert besitzt. Dies stellt natürlich die ideale Lösung dar, wenn sich das Modul direkt abschalten lässt.

Begriffe:

„Fail-Safe-Eigenschaft“  
= Systemsicherheit, d.h. wenn eines der systemeigenen Komponenten des Not-Abschaltsystems ausfallen oder ausgefallen sein sollte, muss die Anlage in einen sicheren Zustand geraten, bis der Fehler wieder behoben wurde.

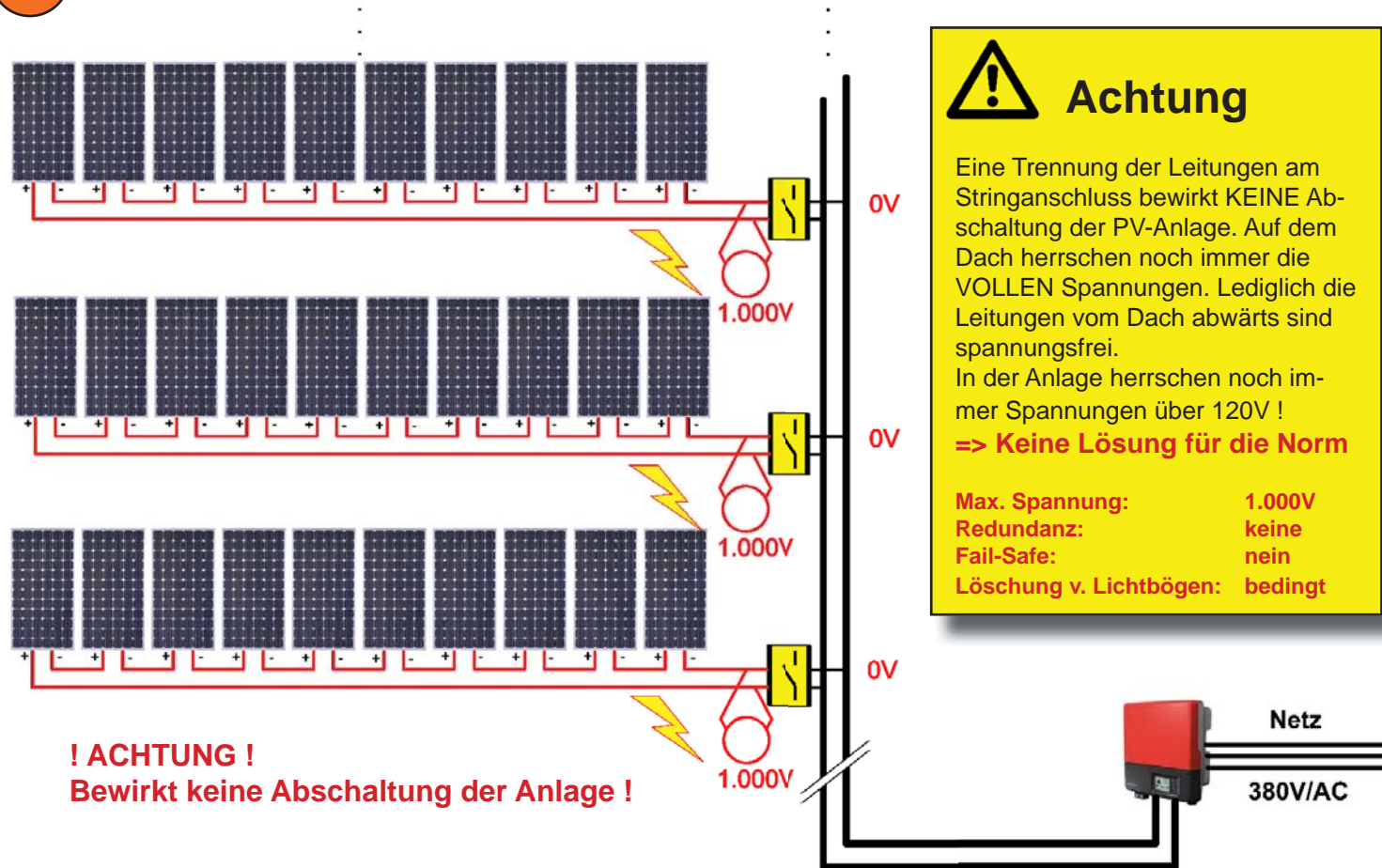
„Redundanz“  
= Doppelte Absicherung, d.h. wenn zur gleichen Zeit in einer Notfall-Situation ein Doppelfehler auftritt, muss sich die Anlage immer noch in einem sicheren Zustand befinden. Dies kann z.B. sein, wenn zwei Kurzschluss-Boxen an den Modulen zur gleichen Zeit nicht funktionieren sollten, muss die Anlage dennoch in einen sicheren Zustand fallen.

**Redundanz 1-fach:** Es kann 1 Systemkomponente ausgefallen sein, die Anlage fällt dennoch in einen sicheren Zustand

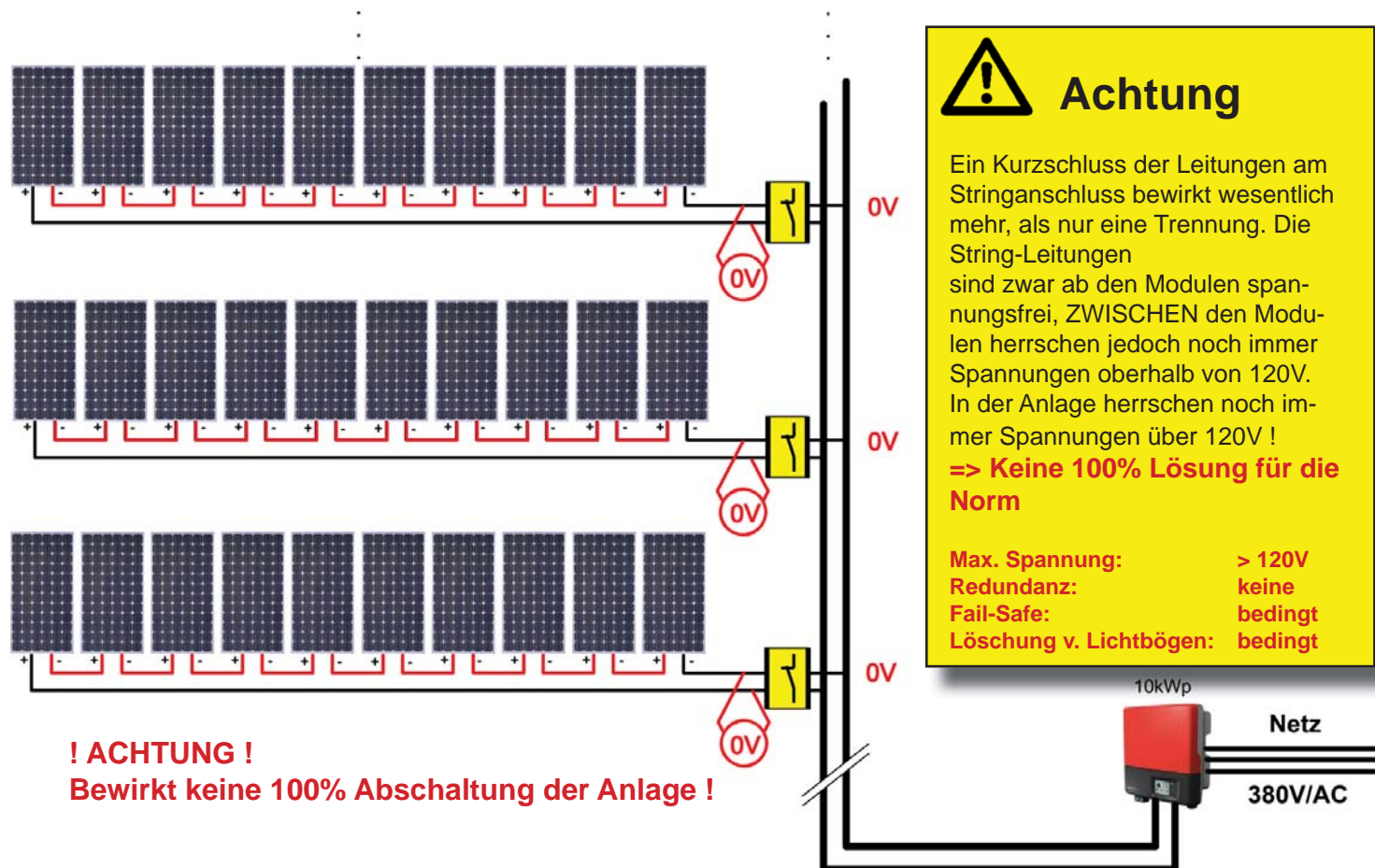
**Redundanz 3-fach:** es können bis zu 3 Systemkomponenten zur gleichen Zeit ausgefallen sein, die Anlage fällt bei Auslösung dennoch in einen sicheren Zustand



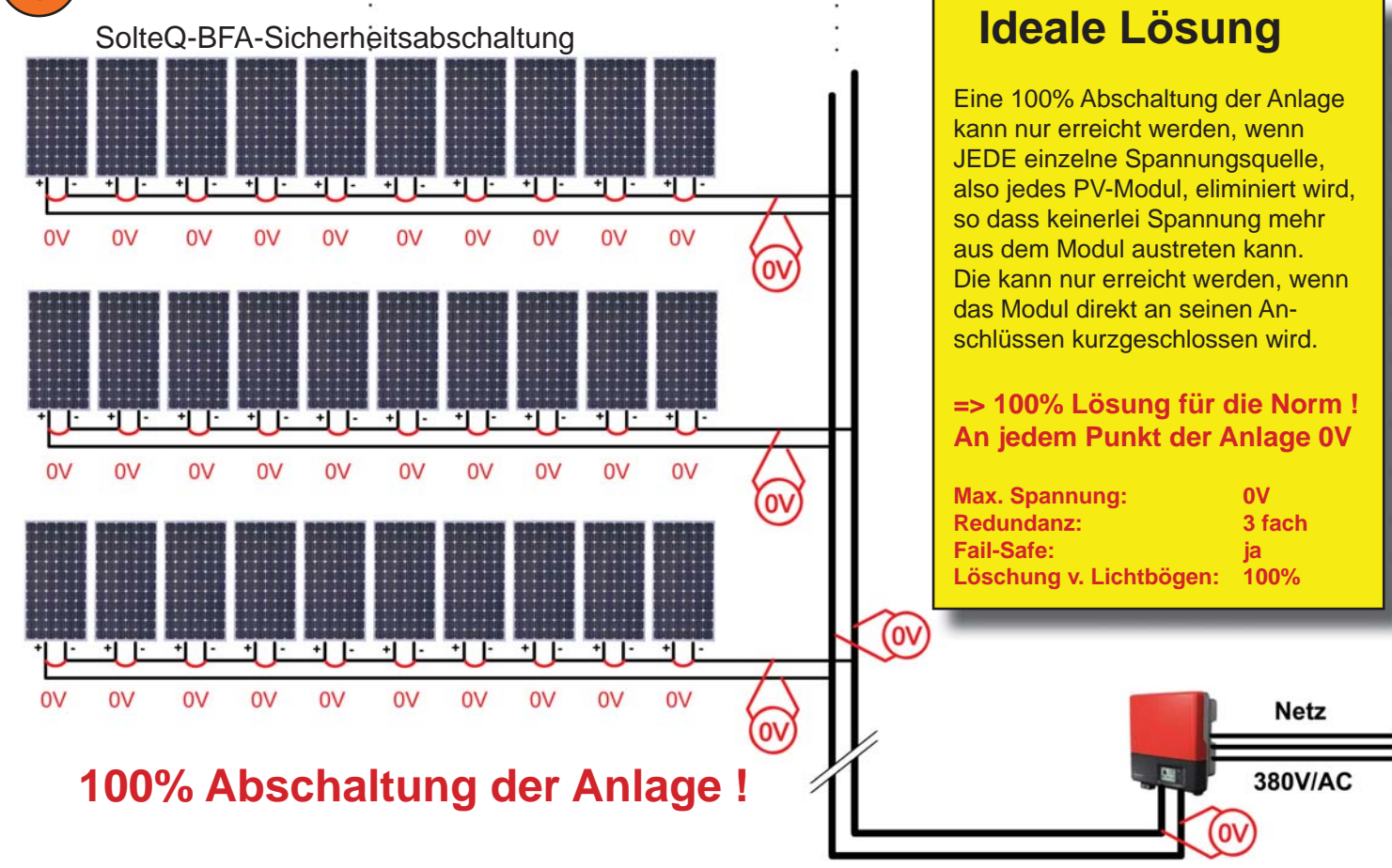
### A Feuerwehrscharter mit Trennung der Leitungen



### B Feuerwehrscharter bzw. Stringbox mit Kurzschluss der Leitungen



### C Brandfallabschaltung mit Abschaltung auf Modulebene bzw. Einzelkurzschluss der Module



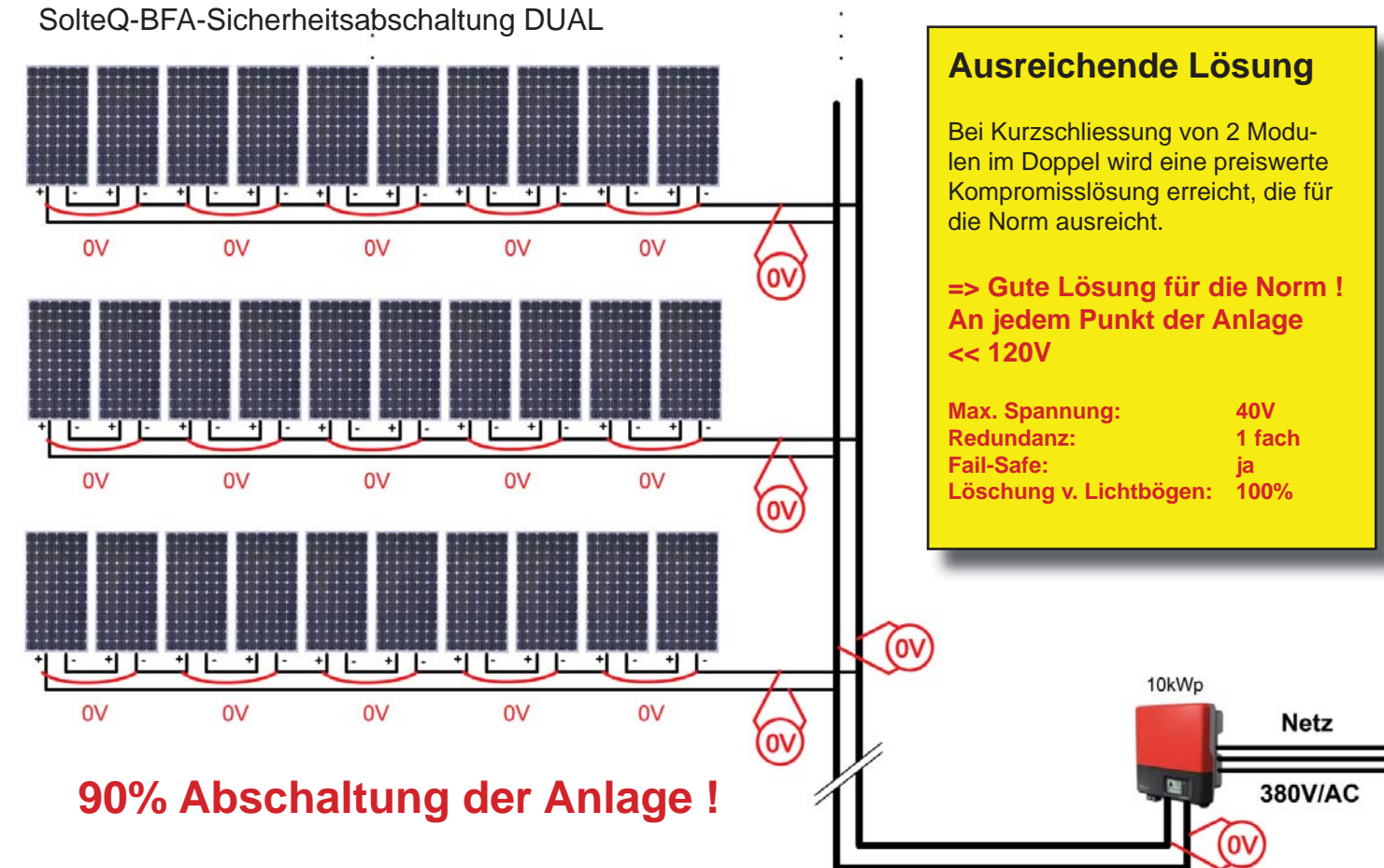
**Ideale Lösung**

Eine 100% Abschaltung der Anlage kann nur erreicht werden, wenn JEDE einzelne Spannungsquelle, also jedes PV-Modul, eliminiert wird, so dass keinerlei Spannung mehr aus dem Modul austreten kann. Die kann nur erreicht werden, wenn das Modul direkt an seinen Anschlüssen kurzgeschlossen wird.

**=> 100% Lösung für die Norm ! An jedem Punkt der Anlage 0V**

Max. Spannung:	0V
Redundanz:	3 fach
Fail-Safe:	ja
Löschung v. Lichtbögen:	100%

### D Brandfallabschaltung mit Abschaltung auf Modulebene bzw. Kurzschluss der Module im Doppel (Duale Verschaltung)



**Ausreichende Lösung**

Bei Kurzschliessung von 2 Modulen im Doppel wird eine preiswerte Kompromisslösung erreicht, die für die Norm ausreicht.

**=> Gute Lösung für die Norm ! An jedem Punkt der Anlage << 120V**

Max. Spannung:	40V
Redundanz:	1 fach
Fail-Safe:	ja
Löschung v. Lichtbögen:	100%