

## **Solarwechselrichterzerstörungen und PV-Modul-Degradation Ursachen, Auswirkungen – Lösung!**

### **Hintergrund:**

In den letzten drei Jahren häufen sich die Meldungen im Internet von betroffenen PV /SWR – Betreibern, deren PV /SWR – Anlagen von Ausfällen, Zerstörungen, Ersatz- u. Austauschaktionen, sowie von Rückholaktionen seitens verschiedener, namhafter Solarwechselrichter – Hersteller betroffen sind.

Im Frühjahr 2013 gab es erneut, wie die Jahre zuvor SWR – Explosionen mit Brandentwicklung, hervorgerufen durch Kondensatorenprobleme.

Beispiel einer von zahlreichen Internetmeldungen:

<http://www.photovoltaikforum.com/wechselrichter-f3/sma-5000-tl-abgebrannt--t7159.html>

Das Löschen dieser Brände stellt auch für die Feuerwehren ein erhebliches Gefährdungspotential dar.

<http://www.feuerwehrverband.de/fileadmin/dfv/Dateien/Fachwissen/DFV-Positionspapier%20PV-Anlagen.pdf>

Für den Anlagenbetreiber = Investor ist ein SWR / PV – Modul - Ausfall immer mit Ärger, Aufwand und mit Einspeisevergütungsverlusten verbunden.

Oftmals wurden die PV / SWR – Anlagen über günstige Förderkredite- u. Bankdarlehen finanziert. Die Darlehen- Laufzeit ist in vielen Fällen auf die zu erwartenden SWR – Ertragsgrößen / Einspeisevergütungen abgestimmt. Zusätzliche Investitionen durch Geräte –u. Modulausfälle sind in der Regel nicht in der Finanzierung aufgenommen worden und auch abgeschlossene Ausfallversicherungen ersetzen oft nicht die vollen Ausfallkosten des Betroffenen.

### **Ursachen von SWR – Ausfällen und Zerstörungen :**

SWR unterliegen nicht nur im Freifeldeinsatz großen Spannungs-, Temperatur- u.

Feuchtigkeitsschwankungen, sondern werden auch in umbauten Räumen stark gefordert.

Die auf den Platinen eingesetzten Bauelemente sind diesen Spannungs-, Temperatur- u.

Feuchtigkeitsschwankungen ausgesetzt.

Das vorrangig die eingesetzten Kondensatoren als Ausfallursache ermittelt werden, ist keine Überraschung.

Bajog electronic informiert die Industrie seit 1996 über die enorm ansteigenden und nachfolgend genannten Netzprobleme.

Die gültigen Prüfvorschriften für X2 und Y2 – Kondensatoren stammen noch aus den 70iger und 80iger Jahren. Zu diesem Zeitpunkt wurden überwiegend lineare Verbraucher (Trafos) für Haushalts- u. Elektrogeräte verwendet.

Die damals verabschiedeten Normen waren für diese linearen Lasten und möglichen Störgrößen hin ausgerichtet und auch für damalige Verhältnisse ausreichend dimensioniert. Durch die Einführung und den Einsatz von Leistungstransistoren, IGBT's, Thyristorschaltungen, Schaltnetzteilen, Schützen (SWR, Frequenzumformer, Stromrichter) etc. haben sich auch die Störgrößen im Versorgungsnetz

drastisch verändert.

Die Normen für Bauelemente, vorrangig für Kondensatoren, wurden dafür nie angepasst.

Lesen Sie bitte hierzu den Fachbericht:

<http://www.bajog.de/de/fachberichte/ursachenermittlung-fuer-x2-und-y2-kondensatoren-zerstoerungen.html>

und:

<http://www.bajog.de/de/fachberichte/erforderliche-normen-fuer-den-2khz-bis-150khz-bereich.html>

Die beiden Artikel erläutern ausführlich die Ausfallursachen von Kondensatoren.

### **Ursachen und Auswirkungen von PV – Modulausfälle:**

Ein sicher ausgelegter Solarwechselrichter benötigt ein geeignetes Netz – Einspeisefilter **und** ein DC – Filter. Das AC – Filter soll so dimensioniert sein, dass es die vom SWR erzeugten Taktfrequenzen und dessen Oberwellenanteile auf ein geringes Minimum reduziert und das Versorgungsnetz damit nicht belastet. Zudem soll das AC – Filter den SWR gegenüber  $dU/dt$ , Spikes, Transienten, Überspannung und ähnliche Störgrößen aus dem Versorgungsnetz schützen.

Das AC, wie auch das DC – Filter sollten gekapselt ausgeführt sein, um mögliche Störeinstrahlungen und parasitären Koppelkapazitäten auszuschließen. Diese Einflüsse beeinträchtigen die Filterwirkung und können im ungünstigen Fall das Filter ganz außer Kraft setzen.

Aus Kostengründen werden oftmals keine, oder unzureichende DC – Filter eingesetzt.

Die dringend erforderlichen AC – Filter werden oftmals mit den kostengünstigsten Bauelementen auf einer Platine aufgebaut und lediglich der Frequenzbereich von 150 KHz – 30 MHz berücksichtigt.

Bei unzureichender DC – Filterung wirkt die TF und die Störspannung des SWR auf die DC – Leitung ein und erzeugt einen hochfrequenten Ausgleichsstrom, welcher über die PV – Module abfließt.

Die PV – Module wirken daher wie Antennen und degradieren nach relativ kurzer Einsatzzeit durch die asymmetrische Strombelastung. Die Module wirken wie „Opferanoden“

Zum Thema der PV – Modulabstrahlung hat die Hochschule Albstadt-Sigmaringen Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen eine Studie verfasst:

EMV-Messung von PV-Modulen

[http://www.telemeter.info/documents/content/literatur/emv\\_fachartikel\\_entwurf.pdf](http://www.telemeter.info/documents/content/literatur/emv_fachartikel_entwurf.pdf)

Es ist deshalb erklärbar, warum PV – Module nach unterschiedlicher, aber dennoch kurzer Einsatzzeit an Leistung verlieren. Dabei ist es unerheblich auf welcher Technologiebasis der Aufbau der PV – Module besteht!

## **Zusammenfassung der Ursachen und Auswirkungen:**

- Netz – Störgrößen,  $dU/dt$  – Belastungen von bis zu  $10KV/\mu s$  wirken auf die verbauten Bauelemente in SWR ein und zerstören diese, je nach Einsatzgebieten. In Städten und Industriebereichen, Industrierandzonen ist die Netzbelastung durch Oberwellen,  $dU/dt$ -Anstiege, Spikes und Transienten, deutlich größer als in einer ländlichen Gegend.
- Platinen Filter mit handelsüblichen X2 und Y2 –Kondensatoren und DC – Filter unterliegen einer starken Degradation durch die im Fachbericht geschilderten Einwirkungen und verursachen die SWR – Ausfälle und sind auch für die beschleunigten Alterungsprozesse bei PV – Modulen verantwortlich
- Aktuelle Normen für Bauelemente wie zum Beispiel für Kondensatoren werden den aktuellen Netzbelastungen nicht gerecht. Siehe dazu den White Paper Report:  
<http://www.bajog.de/de/fachberichte/white-paper-fuer-x2-und-y2-kondensatoren.html>

## **Lösung:**

- Zwingend erforderlich ist ein geeignetes und gekapseltes AC und DC – Filter in jedem SWR
- AC – Filter müssen folgende Charakteristik erfüllen:
  - Große Dämpfung vorrangig im Bereich von 1 KHz – 500 KHz
  - Kein Sättigungsverhalten auch bei großen asymmetrischen Strömen
  - Konstante Filterleistung auch nach 15 Einsatzjahren bei Plus und Minustemperaturen im Freifeld
  - $dU/dt$  – Verträglichkeit
  - Praxisnahe Testparameter unter Berücksichtigung von Spannung,  $dU/dt$ , Feuchtigkeit und Temperatur
- Für DC – Filter gelten gleichwertige Vorgaben.
- AC – Filter (generell), wie auch DC – Filter für SWR und Frequenzumformer (FU) müssen einer aktuellen und zeitgerechten Testprozedur unterzogen werden. Die EN 133200 ist dafür nicht ausreichend.
- Die zu Grunde legenden Testparameter künftiger Normen für Kondensatoren und Filter sollten den Bajog electronic Testparametern gleichgestellt und mit unterschiedlichen Temperaturen bis  $85^{\circ}C$  /85% Luftfeuchte, sowie  $-20^{\circ}C$  / 20% LF (Plus und Minustemperaturen sind zwingend erforderlich), unter Nominalspannung mit min.  $2KV/\mu S$  (10x innerhalb von 500, oder 20x innerhalb von 1.000 Teststunden) festgelegt werden.
- Die EN 55011 .. 22 muß im gleichen Umfang reformiert - und die Störspannungsmessung von derzeit 150KHz – 30 MHz auf 1 KHz – 30 MHz erweitert werden. Dabei sollte der Störspannungsgrenzwert im Bereich 1 KHz – 10 KHz auf max.  $80dB\mu V$  und von 10 KHz – 150 KHz auf max.  $60dB\mu V$  festgelegt werden.

**Dadurch wird sichergestellt, dass:**

- ▶ alle unterschiedlichen Geräte und Verbraucher am Versorgungsnetz problemlos miteinander betrieben werden können, ohne sich gegenseitig zu beeinflussen
- ▶ PLC (Power Line Communication mit Smart Meter) störungsfrei im Bereich des CENELEC – Bandes arbeitet und
- ▶ Smart Grid und damit die geplante Energiewende eine Zukunft hat!