

photovoltaik 2

SOLARTECHNIK FÜR INSTALLATEURE | PLANER | ARCHITEKTEN

TECHNIK

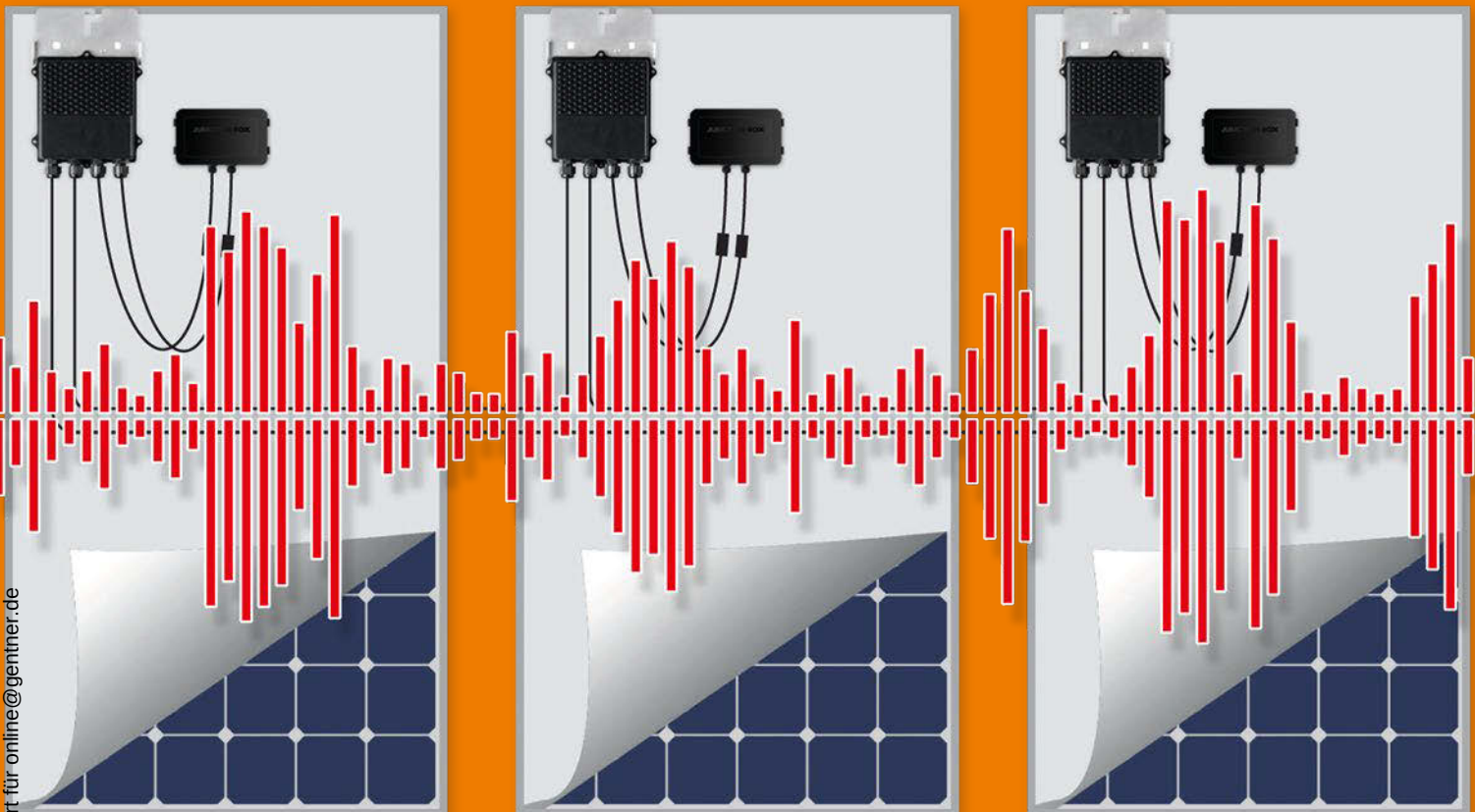
Solarmodule: Die größeren M6-Zellen werden Standard auf dem Markt. – SEITE 22

ENERGIE

Energieberater: Der Staat gibt mehr Geld für Sanierung und Neubauten. – SEITE 42

MARKT

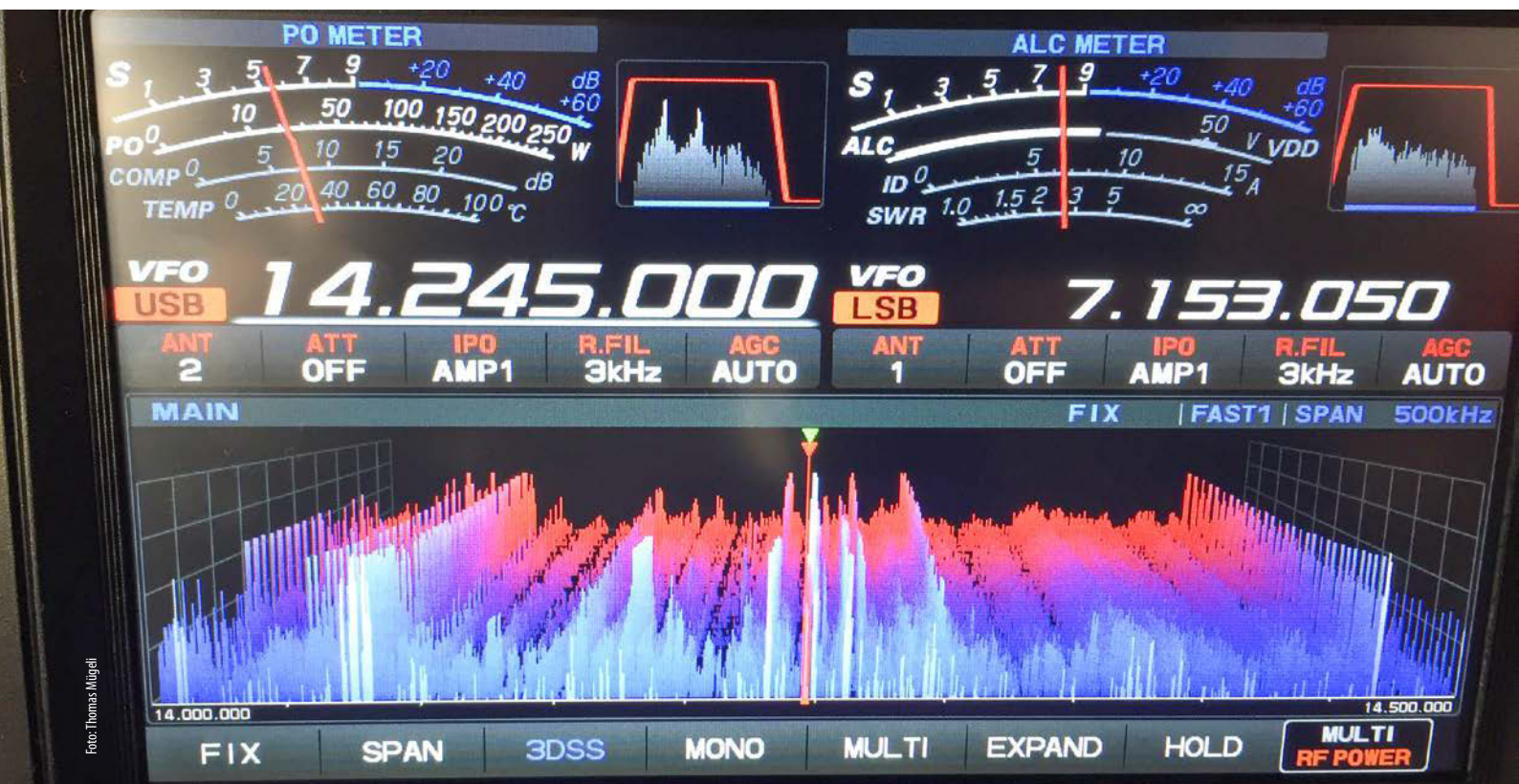
Vertriebsleiter: Sie führen das Team im Verkauf und planen die Strategie. – SEITE 63



ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT VON DC-OPTIMIERERN

Funkverkehr empfindlich gestört

— SEITE 12



Typisches Störmuster durch DC-Optimierer im 20-Meter-Band (14 Megahertz) eines Amateurfunkers.

DER DC-STRING ALS STÖRFALL

EMV — Unter bestimmten Umständen strahlen Solargeneratoren mit DC-Optimierern unerwünschte Frequenzen ab, die den Amateurfunk stören. Dann stehen die Betreiber der Anlagen und ihre Installateure vor der Aufgabe, die Strings zu sanieren. *Heiko Schwarzbürger*

Sonnenstrom ist eine saubere Sache: Damit wirbt die Photovoltaikbranche, darauf verlassen sich Millionen Solarkunden in Europa und auf der ganzen Welt. Für die allermeisten Anlagen gilt dieser Anspruch uneingeschränkt. Doch es mehren sich die Fälle, in denen Solargeneratoren durch Störfrequenzen beispielsweise die geschützten Funkbänder der Notdienste oder des Amateurfunks stören.

Die Zahl der Fälle ist überschaubar, aber steigend. „Tatsächlich stellt das Bakom fest, dass die Zahl der Störmeldungen aufgrund von Photovoltaikanlagen zunimmt“, heißt es in einer Mitteilung des Schweizer Bundesamtes für Kommunikation (Bakom) in Biel. Das Bakom ist das Pendant zur deutschen Bundesnetzagentur (BNA).

Wenn eine Solaranlage die geschützten Frequenzen stört, wird der Betreiber in der Regel

von diesen Ämtern abgemahnt. Dann muss er die Anlage entstören – auf welche Weise, das ist seine Sache. Kommt er dieser Aufforderung nicht nach, kann die Behörde die Anlage zwangsweise stilllegen.

Der Wechselrichter als Einzelquelle

Zunächst einmal: Störfrequenzen können überall entstehen, wo elektrische Geräte zum Einsatz kommen. Ordnungsgemäß gefertigte und geprüfte Solarwechselrichter verfügen DC-seitig über entsprechende Filter. Ist das Gerät jedoch defekt, können störende Oberschwingungen in die DC-Strings übergehen.

Dann fungiert die meist sehr ausgedehnte DC-Verkabelung auf dem Dach wie eine Antenne. Sie wird zum Störsender. „Im Normalfall besteht die DC-Seite einer Photovoltaikanlage aus

ein oder einigen Strängen mit in Serie geschalteten Solarmodulen, die an ein oder mehreren MPPT-Tracker-Eingängen am Wechselrichter angeschlossen sind“, erläutert Photovoltaikexperte Heinrich Häberlin aus der Schweiz. „Liegen die an diesen MPPT-Eingängen gemessenen HF-Störspannungen unter den Grenzwerten der geltenden Norm, treten in der Praxis meist keine unzulässigen Störungen auf.“

Häberlin ist in der Solarbranche kein Unbekannter: Seit 2015 im Ruhestand, hat er als Professor für Elektrotechnik an der Hochschule in Bern etliche Generationen von Studenten für die Photovoltaik begeistert. Seit Ende 1987 war er in der photovoltaischen Systemtechnik tätig. Mehrere Standardwerke der Solarbranche, Fachbücher und über 150 Fachartikel hat er zur Photovoltaik veröffentlicht.

CE-ZEICHEN

Kein gerichtsfestes Zertifikat

Die Anbieter von Wechselrichtern und Optimisern werben häufig damit, dass die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) durch das CE-Zeichen bescheinigt werde. Die dazu relevanten EMV-Normen gehören in die Familie DIN EN 61000. Tatsache ist, dass das CE-Zeichen lediglich die Vermutung der Behörden bescheinigt, dass der Anbieter die gesetzlichen und normativen Vorgaben an sein Gerät beziehungsweise Produkt erfüllt und es deshalb in der EU in Umlauf beziehungsweise Verkehr bringen darf.

Soll heißen: Rechtlich gesehen bestätigt es lediglich vermutete Konformität, ist also unverbindlich. Das CE-Zeichen schließt weder die Hersteller noch die Installateure von Sorfaltpflichten oder späterem Regress aus. Wenn die Bundesnetzagentur oder das Schweizer Bundesamt für Kommunikation (Bakom) die Betreiber von EMV-störenden Anlagen abmahnen, schützt das CE-Zeichen nicht vor der Verantwortung zur Sanierung der Anlage.

Häberlin war und ist aber auch begeisterter Funkamateur. „Als aktiver Amateurfunke war mir schon zu Beginn meiner Forschungstätigkeit klar, dass Photovoltaikanlagen ein mögliches Problem mit der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) darstellen, darauf habe ich in meinen Testberichten schon Anfang der 90er-Jahre hingewiesen.“

Mittlerweile sind einige Fälle aktenkundig, in denen die EMV-Probleme nachweislich auftraten. Und in denen die Behörden aktiv wurden. Sie verdonnerten die Betreiber, die unzulässigen Störfrequenzen zu beseitigen.

Häberlin war maßgeblich damit befasst, Grenzwerte für die DC-seitigen Abstrahlungen von Wechselrichtern zu definieren. „Bei allfälligen Störungen kann man an den MPPT-Eingängen der Wechselrichter leicht zusätzliche Entstörmittel anbringen“, erläutert er. „Die Anzahl der Störquellen ist relativ klein – im Wesentlichen Anzahl der MPPT-Eingänge plus eins, so dass der Aufwand für die Entstörung tragbar ist.“

DC-Optimierer verschärfen das Problem

Anders bei Anlagen mit DC-Optimierern: „Dort hat man zusätzlich pro ein oder zwei Modulen je eine im Solargenerator verteilte Störquelle, also eine große Zahl verschiedener HF-Störquellen“, erklärt der Experte. „Es sollte deshalb versucht werden, Schaltkonzepte mit möglichst geringer Störungszeugung (Soft Switching) einzusetzen.“

Die Vielzahl der potenziellen Störquellen im ausgedehnten DC-Kreis der Solarmodule ist äußerst ungünstig: „Der Solargenerator ist hochfrequenztechnisch eine Sendeantenne mit bei je-

dem Optimierer undefinierten HF-Eigenschaften bezüglich Impedanz und Antennenwirkungsgrad“, urteilt Häberlin. „Einige Optimierer werden ihre Störleistung praktisch vollständig an eine auf der Störfrequenz resonante Antenne abgeben können. Bei anderen wird die Störleistung infolge Fehlanpassung nicht voll abgegeben werden können.“

Separate Entstörfilter nötig

Soll heißen: Stört die Anlage, müssen alle Störquellen ausgeschlossen werden. „Für eine sinnvolle Entstörung sind deshalb aus technischen Gründen an jedem Optimierer separate Entstörfilter nötig, was entsprechende Mehrkosten zur Folge hat“, kommentiert Häberlin. „Meines Wissens produzieren die Hersteller bisher normale, unentstörte Optimierer und montieren bei Störungsmeldungen einfach zusätzliche Entstörmittel an jedem Optimierer.“

Das sind beispielsweise drei Klappferrite mit drei bifilaren Windungen mit asymmetrischen HF-Impedanzen von 0,5 bis zwei Kiloohm – an jedem Optimierer im störenden String. „Diese bisher vom Installateur bei Störungen an der Verkabelung zu realisierenden Maßnahmen und die danach unter den Modulen der Witterung ausgesetzten Entstörelemente sind unschön“, meint der Fachmann. „Es wäre wünschenswert, wenn diese Entstörmittel standardmäßig direkt in jeden Optimierer integriert oder in einem vom Hersteller gelieferten und wetterfesten externen Zusatzgehäuse mit kurzen Anschlusskabeln und Steckern untergebracht wären. Das könnte man bei Störfällen kostenlos nachliefern und einbauen.“

Eine weitere Möglichkeit sieht er in speziellen EMV-gehärteten Optimisern, in welche die Entstörmittel integriert sind, die etwas größere Gehäuse hätten und die mit einer speziellen Bestellnummer erhältlich wären.

Einige Tausend Franken

Häberlin selbst hat die betroffene Anlage eines Nachbarn in mühevoller und langwieriger Arbeit saniert. „Sie hatte 39 Optimierer von Solaredge“, berichtet er. „Das bedeutete, dass wir drei mal 39 Entstörferrite nachträglich an die Optimierer anbringen mussten. Wir brauchten ein Gerüst ums Haus, zwei Tage lang waren vier bis sechs Leute mit den Arbeiten auf dem Dach befasst.“

Um es vorwegzunehmen: Die Sanierung hat Solaredge bezahlt. Nach Schätzungen von Professor Häberlin „einige Tausend Franken“. Doch bis der Anbieter seinen Technikchef in die Schweiz schickte, waren etliche Telefonate und stundenlange Argumentationen notwendig. „Zuerst hat Solaredge alles abgestritten“, erinnert sich Häberlin. „Dabei hatte das Unternehmen schon 2014 eine kurze Warnung zu diesem Thema veröffentlicht.“

Gewichte schaukeln an den Kabeln

Schließlich setzte sich doch ein Technikteam in Bewegung und sanierte die Anlage: mit 117 Klappferriten, je drei pro Optimierer. Jeder Ferritkern wiegt zwischen 200 bis 300 Gramm und hängt nun in der DC-Verkabelung. Nun ziehen diese Gewichte an den Kabeln, bei Wind und Wetter. Deshalb drängt Häberlin auf separate, speziell entstörte Optimierer, die mit der ent-

ELEKTRONIK IN DER ANSCHLUSSDOSE

Unterschiede zwischen smarten und AC-Modulen

Die Modulhersteller integrieren zunehmend DC-Optimierer oder Mikrowechselrichter in die Anschlussdosen ihrer Paneele. Die Rede ist von sogenannten smarten Modulen (mit DC-Optimierer) oder AC-Modulen. Die durch die Taktung der DC-Optimierer auftretenden Effekte in der DC-Verkabelung (String) zum Wechselrichter sind auch bei smarten Modulen zu erwarten. Allerdings ist die Zahl dieser smarten Module im Markt bislang sehr gering. Bei beanstandeten Anlagen waren die Optimierer stets als Zusatzgeräte an Standardmodulen installiert.

AC-Module hingegen geben Wechselstrom ab, die Leistungsumsetzung und das MPP-Tracking sind in die Doselektronik integriert. Statt eines Wechselrichters benötigen sie lediglich eine Synchronisation mit der Netzfrequenz (Anschlussbox). Aufgrund der Standardisierung ist die AC-Verkabelung bis zum Netzanschlusspunkt gegen EMV-Störungen deutlich besser gerüstet als die gängige DC-Stringverkabelung. Deshalb sind Probleme mit der Abstrahlung von Störwellen eher nicht zu erwarten.



Foto: Helio Schwarzbauer

DAS SAGEN AMATEURFUNKER**Typisches Störmuster alle 200 Kilohertz**

Mein Nachbar hat sich folgende Anlage montieren lassen:

- 36 Solarmodule Solarwatt 60p Vision je 275 Watt,
- 36 Optimizer 600M von Solaredge,
- Wechselrichter von Solaredge (neun Kilowatt).

Die Anlage verfügt über einen Lithium-Ionen-Akkuspeicher. Seit Inbetriebnahme der Anlage sind Störungen auf allen Rundfunk- und Kurzwellenbändern im 200-Kilohertz-Abstand vorhanden. Der Abstand meiner mittels Paralleldraht und echtem Paralleldrahttuner (Christian-Tuner) abgestimmten Doppelzepp-Antenne (zwei mal 14 Meter) zum Nachbarhaus beträgt rund 15 Meter. Die Störpegel erreichen auf allen Bändern Pegel von 9 + 5 Dezibel (zeitweise auch 9 + 10 Dezibel). Die Anlagen zweier weiterer Nachbarn verursachen keine nennenswerten Störungen, verfügen aber auch nicht über Optimierer.



Foto: Siegfried Pomplun

Das weist auf das grundsätzliche Problem der unzureichenden Entstörung von Optimisern hin. Ein probeweises Abschalten der Anlage durch meinen kooperativen Nachbarn bestätigte, dass die Ursache eindeutig die oben genannte Photovoltaikanlage ist. Auf dem 15-Meter-Band sind die Störungen besonders ersichtlich, da dieses Band zurzeit überwiegend geschlossen ist. Deshalb ist nur der Rauschpegel meiner Anlage beziehungsweise der Umgebung sichtbar. Auf dem 80-Meter-Band dürften die Pegel wahrscheinlich etwas höher sein, da meine Antenne aufgrund unzureichender Länge einen negativen Gewinn ausweist.

Rufzeichen DL3BBX (Deutschland)

sprechenden Garantie von den Solarteuren installiert werden können.

Fakt ist: Der Installateur der Anlage in der Nachbarschaft des Professors war mit der Sanierung überfordert. Nicht alle Solarteure sind HF-Spezialisten und kennen sich mit EMV aus. „Das Problem ist die Grundschiwingung der DC-Optimierer“, analysiert Häberlin. „Bei Solaredge sind es 200 Kilohertz. Das Rundfunkband beginnt bei 150 Kilohertz.“ Häberlin selbst stieg auf das Dach, um mit den Fachleuten von Solaredge einen „Präzedenzfall für eine Entstörung zu schaffen“.

Auch PLC kann stören

In den Frequenzbändern der Amateurfunke bei spielsweise lassen sich die Störwellen alle 200 Kilohertz deutlich ausmachen. Es gibt ein typisches Störmuster, das auf die DC-Optimierer hinweist. Hinzu kommt bei Solaredge, dass die Kommunikation des Optimierers über Powerline erfolgt. „Die Powerline ist drahtgebunden“, erklärt Häberlin. „Eigentlich müsste man sie wie eine Komponente für die Telekommunikation betrachten. Dann müsste die PLC aber auch die gleichen Normen erfüllen.“

Solaredge hat auf die Anfrage unserer Redaktion sofort reagiert und sich zu den bislang bekannten Fällen – vornehmlich in der Schweiz – geäußert. Dem Vorschlag Häberlins, spezielle EMVC-Geräte oder Reparatursets anzubieten, ist der Hersteller bislang jedoch nicht gefolgt.

Den Letzten beißen die Hunde

Die Gründe liegen auf der Hand: Trotz Millionen verbauter Optimierer weltweit ist die Zahl der gemeldeten Störfälle im Funkverkehr sehr, sehr gering. Denn in der Regel funktionieren Anlagen mit DC-Optimierern problemlos. Kommen aber einige Faktoren zusammen, wirkt die Anlage wie ein Störsender.

Spezielle EMV-Geräte zu entwickeln und zu produzieren, würde höhere Kosten bedeuten. Aber: Dass die Optimierer als Einzelgeräte nach den geltenden Normen getestet und zertifiziert werden, befreit die Hersteller nicht von der Verantwortung, wenn sie als Störquellen in einer Anlage auftreten. Dafür gibt es bisher keine ausreichende Normung, anders als bei AC-Systemen. Sonst bleibt das Problem beim Anlagenbetreiber und seinem Installateur hängen.

Stört eine Photovoltaikanlage den Funkbetrieb eines Amateurfunkers in der Nachbarschaft, wird der Staat aktiv. Dann wird der Betreiber der Anlage verdonnert, die Störungen abzustellen.

Der Aufwand zur Sanierung ist enorm: Faktisch muss jedes Modul hochgenommen werden, um Ferritkerne um die Anschlüsse der Optimierer zu binden. Danach ist die Anlage neu auszumessen.

In jedem Fall ist der Installateur in der Pflicht, denn er übergibt seinem Kunden eine Anlage, die den gesetzlichen Anforderungen entsprechen muss. Wenn die Anlage stört, kann ihn der Kunde in Regress nehmen.

In jedem Falle leidet das saubere Image der Solarbranche. „Die Photovoltaik soll nicht nur sauberen Strom erzeugen“, kommentiert Professor Häberlin. „Sondern sie muss auch bei der EMV sauber sein. Sonst ist die saubere Energie ja nicht wirklich sauber.“

Die Beschreibung der Sanierung stellt Professor Häberlin auf der Website der Union der Schweizerischen Kurzwellenamateure zum Download zur Verfügung:

➔ www.uska.ch/wp-content/uploads/2018/06/Empfangsstörungen-durch-PV-Anlage-mit-Power-Optimizern.HB9AZO.pdf

DAS SAGEN AMATEURFUNKER**Dem Image der Photovoltaik nicht förderlich**

Danke für die Aufnahme dieser nicht ganz einfachen Problematik in Ihre Zeitschrift. Der Empfang meiner Amateurfunkanlage wurde seit der Inbetriebnahme einer Photovoltaikanlage mit DC-Optimierern in meiner unmittelbaren Nachbarschaft massiv gestört. Die Störungen reichten bis in den Bereich von 300 Megahertz. Aufgrund einer Verfügung des Bakom musste die Anlage saniert werden.

Die Solaranlage wurde im Januar 2019 auf das Nachbarhaus in zirka zehn Metern Distanz installiert und im August 2019 saniert. Im Wesentlichen wurden Ein- und Ausgänge der Optimierer mit Klappferriten versehen. Wie weit die Verkabelung optimiert wurde, ist mir nicht im Detail bekannt. Durch die Sanierung konnte eine deutliche Reduktion der Störemissionen erreicht werden. Eine Nachmessung durch das Bakom wird zeigen, ob die sanierte Anlage nun die EMV-Richtwerte einhält. Einzig zwischen 130 und 150 Megahertz ist noch ein breitbandiges Rauschen vorhanden. Eine behördliche Nachmessung zur Bestätigung der Konformität ist leider noch nicht erfolgt.

Die Erstellung einer EMV-konformen Photovoltaikanlage mit Power-Optimierern ist möglich, bedingt aber eine Sensibilisierung und Information der Photovoltaikbranche. Es darf nicht sein, dass dem Kunden eine nicht den gesetzlichen Anforderungen entsprechende Anlage verkauft wird. Zudem ist es für das Image der Photovoltaik nicht gerade förderlich, wenn Anlagenbesitzer durch eine Verfügung des Bakom zu einer Sanierung aufgefordert werden. Mit meiner E-Mail möchte ich Sie dabei unterstützen, Kunden und die Branche auf diese Problematik aufmerksam zu machen.

Rufzeichen HB9MOW (Schweiz)

„Optimizer können stören“

Aufsichtsbehörden — In der Schweiz analysiert das Bakom in Biel die Quellen von Störfrequenzen. Es mahnt die Betreiber der betroffenen Solaranlagen ab – bis zur Zwangsstilllegung. **Emmanuel de Raemy** erläutert den Stand der Erkenntnisse. *Ein Interview*

● Die Power Optimizer arbeiten wie getaktete Netzteile. Dazu werden leistungselektronische Bauteile verwendet, die sehr schnell takten. Dies ist eine Störungsursache.

Emmanuel de Raemy



Das Bakom misst die elektromagnetischen Störungen eines Solargenerators.

Foto: Bakom



Foto: Thinkstock

Wie auffällig sind Solaranlagen bezüglich Störfrequenzen?

Emmanuel de Raemy: Solaranlagen mit Power Optimizern verursachen Störungen, die uns meist durch Radioamateure gemeldet werden. Wenn wir die Anlage messen, stellt sich aber heraus, dass nicht nur das Band der Radioamateure gestört ist, sondern fast der ganze Kurzwellenbereich betroffen ist.

Also geht es nicht nur um die Funkamateure?

Es ist anzunehmen, dass viel mehr Dienste gestört werden, die Betroffenen dies aber aufgrund fehlender Kenntnisse nicht als Störung erkennen und uns deshalb nichts melden.

Wie viele Anlagen wurden bisher gemeldet?

Bislang sind neun Photovoltaikanlagen mit Optimizer eindeutig als Störquelle identifiziert worden. Zwölf weitere sind in Abklärung.

Geht es nur um die Optimizer oder sind auch Anlagen mit der üblichen Stringverschaltung betroffen?

Mit üblichen Photovoltaikanlagen mit Wechselrichter und Strings hatten wir nie Probleme.

Wie kommen die Störfrequenzen zustande?

Die Power Optimizer arbeiten wie getaktete Netzteile. Dazu werden leistungselektronische Bauteile verwendet, die sehr schnell takten. Dies ist eine Störungsursache. Optimizer müssen zusätzlich kommunizieren, um richtig arbeiten zu können. Dazu wird zum Teil Power Line Communication (PLC) verwendet. Das heißt, auf den DC-Leitungen der Photovoltaikanlage wird noch ein Kommunikationssignal überlagert. Dieses muss genügend stark sein, damit die durch die Optimizer verursachte Störung die Kommunikation nicht beeinträchtigt. Dies ist eine weitere Störungsquelle.

Wie verhalten sich Optimizer ohne PLC?

Mit Anlagen, die kein PLC für die Kommunikation der Optimizer verwenden, haben wir weniger Probleme, aktuell aber zwei Fälle.

Welche Rolle spielt die DC-Verkabelung? Genügt es, gut abgeschirmte Kabel zu verwenden?

Geschirmte Kabel könnten helfen. Aber dann müsste das Paneel vermutlich auch abgeschirmt werden, was nicht möglich ist. Deshalb muss der Optimizer richtig gefiltert sein, damit die Anlage nicht abstrahlt. Die Verlegung der Kabel kann auf die gestrahlte Emission einen gewissen Einfluss haben. Installateure müssen die Anweisungen des Herstellers strikt befolgen und mittels Fotos protokollieren. Bei Verantwortlichkeitsfragen können die Fotos hilfreich sein.

Emmanuel de Raemy

ist Experte für elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und nichtionisierende Strahlung (NIS) am Bundesamt für Kommunikation (Bakom) der Schweiz in Biel.

Tritt das Problem auch bei Mikrowechselrichtern auf?

Bislang sind bei uns keine Störmeldungen von Photovoltaikanlagen mit Mikrowechselrichter eingegangen. Der Grund könnte sein, dass in der Schweiz keine solchen Anlagen gebaut worden sind oder dass die Mikrowechselrichter weniger Störungen verursachen. Die zweite Annahme ist wahrscheinlicher. Da die Mikrowechselrichter an das normale Energienetz (AC 230 Volt) angeschlossen werden, können sie nicht von Normungslücken profitieren, um weniger EMV-Maßnahmen umsetzen zu müssen.

Bei den DC-Optimizern gibt es solche Lücken in der Normung?

Die Normung ist immer im Rückstand gegenüber der schnellen technischen Entwicklung. Die Power Optimizer fallen zwischen alle Stühle, die Prüfanforderungen entsprechen nicht der Realität.

Was bedeutet das genau?

Die Hersteller sollten sich bewusst sein, dass die Einhaltung der harmonisierten Normen nur eine Konformitätsvermutung erlaubt. 100-prozentige Konformität ließe sich nur erreichen, wenn alle Geräte verschärfte Grenzwerte erfüllen müssten. Dies wäre mit zusätzlichen Kosten verbunden und würde somit die Marktfähigkeit des Produkts beeinträchtigen.

Wie gehen Sie vor, wenn bei Ihnen eine Störmeldung eingeht, beispielsweise durch einen Amateurfunkler?

Bei unseren Messungen ermitteln wir die abgestrahlte Feldstärke der potenziellen Störquelle in Richtung des Klägers. Durch zusätzliche Abklärungen, meistens durch Abschalten der Anlage, wird sie eindeutig als Störquelle identifiziert. Es ist nicht unsere Aufgabe, die genauen Ursachen der Störungen ausfindig zu machen und Verbesserungsmaßnahmen vorzuschlagen. Dazu gibt es spezialisierte EMV-Labore, die aber auch auf die Kooperation des Herstellers angewiesen sind.

Erkennen Sie typische Störmuster, die auf die Optimizer hinweisen?

Jeder Anlagentyp hat sein eigenes Störspektrum. Damit lässt sich sehr schnell identifizieren, welcher Anlagentyp die Störquelle sein könnte. In einem Quartier mit vielen Photovoltaikanlagen

muss man dann nur noch nach diesem speziellen Anlagentyp suchen.

Woran erkennen Sie, dass die Optimizer die Ursache der Störungen sind und nicht beispielsweise der Umrichter?

Auch wenn die Wechselrichter ausgeschaltet werden, laufen die Optimizer durch den Sonnenstrom weiter. Da sieht man meistens noch die Störung, das weist deutlich auf die Optimizer als Quelle hin. Erst nachts oder bei starker Bewölkung verschwindet die Störung komplett.

Wie gehen Sie rechtlich mit gestörten Anlagen um?

Wir betrachten die Photovoltaikanlagen als ortsfeste Anlagen. Diese müssen gemäß der EMV-Direktive 2014/30/EC kein Konformitätsbewertungsverfahren durchlaufen, das heißt Prüfungen entsprechend harmonisierter Normen erfüllen. Aber trotzdem müssen sie die wesentlichen Anforderungen gemäß Anhang 1 der Direktive einhalten.

Was ist dort genau festgelegt?

Darin steht unter anderem: Betriebsmittel müssen nach dem Stand der Technik so entworfen und gefertigt sein, dass die von ihnen verursachten elektromagnetischen Störungen keinen Pegel erreichen, bei dem ein bestimmungsgemäßer Betrieb von Funk- und Telekommunikationsgeräten oder anderen Betriebsmitteln nicht möglich ist. Erhalten wir mehrere Störmeldungen zum gleichen Anlagentyp, haben wir den Beweis, dass die Anlage die wesentlichen Anforderungen nicht einhält, und zwar unabhängig von der Konformität der Komponenten der Anlage.

Was tun Sie dann?

Als Aufsichtsbehörde können wir uns im Störfall nur gegen den Besitzer der Anlage wenden. Der Besitzer muss den Installateur kontaktieren, der wiederum den Lieferanten und dieser den Hersteller, falls kein lokaler Importeur existiert. Muss jedes Mal die Justiz einbezogen werden, wird dies sehr aufwendig für alle Parteien, insbesondere, wenn sich der Hersteller im Ausland befindet. Der Hersteller ist der Einzige, der über die technischen Kenntnisse verfügt, um sein Produkt zu verbessern. Uns sind Fälle bekannt, in denen der Hersteller trotz unserer Aufforderung an den Besitzer, seine Anlage zu sanieren, keine Unterstützung bot.

Die Fragen stellte Heiko Schwarzbürger.

➔ www.bakom.admin.ch



SERVICE: UNGENÜGEND

Sanierung — In einem EMV-Fall in der Schweiz waren Betreiber und Installateur auf sich selbst gestellt. Denn der Hersteller der Optimierer hebt die Hände und lehnt jede Verantwortung ab. Ein Lehrbeispiel, wie man Kunden und Märkte verprellt. **Heiko Schwarzbürger**

Foto: Peter Furrer



Der vierte String besteht aus vertikalen Modulen an der Terrasse und der Fassade.



Foto: Peter Furrer

Dachanlage des Solarkunden: Wegen Teilverschattung wurden alle Module mit Optimierern von Tigo ausgestattet.

Es klingt wie Rauschen, wie ein Wasserfall oder eine Brandung. So beschreibt Urs Mügli (Name geändert) die Störungen, die er in seinen Kopfhörern hat: „Irgendwann vor drei Jahren sind mir die Störungen aufgefallen“, erinnert er sich. „Wenn die Sonne schien, waren sie deutlicher zu hören. Bei Sonnenuntergang verschoben sie sich hin zu höheren Frequenzen.“ Mügli lebt in einer Gemeinde im Osten der Schweiz, im Kanton Zug.

Er ist Amateurfunker und die Störungen konnte er mit seinem 30-Watt-Sender nicht ignorieren. „Mit einem Peilsender fürs 80-Meter-Band habe ich herausgefunden, dass es die Solaranlage eines Nachbarn sein musste.“

Im Juni 2017 informierte er seinen Nachbarn über die Probleme. Der Nachbar heißt Jochen Freisinn (Name gleichfalls geändert), ein Pionier der solaren Energiewende in der Schweiz.

54 HIT-Module mit Tigo-Optimierern

Drei Strings hat er auf dem Dach und einen String als umlaufende Terrassenanlage mit einem Modulfeld an der Fassade. Insgesamt sind es 54 HIT-Module von Panasonic, in der Summe zwölf Kilowatt, angeschlossen über DC-Optimierer von Tigo an einen Wechselrichter von Solarmax. „Die Optimierer liefen eigentlich optimal“, bestätigt Freisinn. „Aber plötzlich hatten

wir diese Störungen der Funkwellen.“ Freisinn, selbst sehr affin für Technik und von seinem Solarteuer Vorbildlich unterstützt, machte sich auf die Suche nach den Ursachen.

Im Mai 2018 rollte ein Messwagen des Schweizer Bundesamtes für Kommunikation (Bakom) auf das Grundstück. Ergebnis: Störungen bei 3,5 Megahertz, elf Megahertz, 14 Megahertz und 18 Megahertz. Der Abstand der Störungen beträgt 50 Kilohertz. Das Amt setzte dem Betreiber eine Frist: Bis März 2019 habe er die Störungen zu beseitigen.

Daraufhin wandte sich Freisinn an Tigo, denn das Bakom wies ihn auf bereits bekannte Störfälle mit DC-Optimierern hin. Auch könne der Wechselrichter über die MPPT-Eingänge in den DC-String abstrahlen.

Service verweigert

Hersteller der DC-Optimierer ist die Firma Tigo Energy aus den USA. Diese Optimierer interagieren mit nahezu allen Wechselrichtern. Die Kommunikation erfolgt über ein Funksystem, also nicht über Powerline wie bei SolarEdge. Soll heißen: Jeder Optimierer wirkt wie ein kleine Funkboje auf dem Dach.

Tigo hat ein Serviceteam in Italien, in Deutschland ist ein Ingenieur unterwegs. Zunächst unterstützte der Hersteller seinen Kunden mit Informationen. Als sich abzeichnete, dass die Sache heikel und vor allem aufwendig wird, brach der Kontakt ab.

Im Frühjahr 2019 setzte sich die Redaktion der **photovoltaik** mit der Marketingabteilung von Tigo in Kalifornien in Verbindung. Im Ergebnis kam es zu einem Gespräch auf der Intersolar 2019, an dem Tigo-Geschäftsführer Zvi Alon, der Anlagenbetreiber, sein Installateur und der Autor dieses Beitrages teilnahmen.

Anwälte schickten Drohschreiben

Bei diesem Treffen lehnte der Manager jede Unterstützung bei der Sanierung ab. Die Optimierer seien nachweislich nicht Ursache der Störwellen, behauptete er. Allerdings gibt Tigo Energy selbst eine als vertraulich bezeichnete Reparaturanleitung heraus, wie die Sanierung einer EMV-störenden Anlage gelingen kann. In dieser Anleitung werden die Optimierer sehr wohl als potenzielle Störquelle dargestellt. Um die Störfrequenzen zu begrenzen, seien sogenannte Klappferrite an den Anschlüssen der Module und der Optimierer anzubringen.

Technische oder finanzielle Unterstützung bot der Tigo-Manager nicht an. Nur so viel: Wenn der Kunde die Geräte abzumontieren wünsche, würde er ihm den Einkaufspreis erstatten. Die Demontage müsste der Kunde übernehmen. Später verschickte Tigo ein Drohschreiben seiner Anwälte.

Wechselrichter und Verkabelung ausgeschlossen

Nach dem Gespräch in München standen Jochen Freisinn und sein Installateur mit leeren Händen da. Aus anderen Sanierungsfällen ist bekannt, dass zunächst der Wechselrichter als Störquelle auszuschließen ist. Freisinn installierte einen neuen Solarmax-Umrichter und sicherte ihn mit speziellen Filtern zur DC-Seite ab.

Trafolose Wechselrichter sind gegen Störfrequenzen zur DC-Seite naturgemäß weniger abgesichert als Geräte mit integriertem Transformator. Diese Reparatur zeigt bei den Störpegeln keine Änderung, also musste die Ursache in den Strings zu finden sein.

Dann ging es an die Sanierung der Verkabelung auf dem Dach: „Wir haben die Solarkabel verdreht und in metallische Kabelkanäle verlegt, um sie gegen Abstrahlung zu sichern“, erzählt Freisinn. „Alle Dachmodule erhielten Ferritkerne an den Zugängen zu den Optimierern, um eventuelle Störungen aus der Elektronik abzdämpfen.“

Das entspricht der Reparaturanweisung von Tigo Energy. Das Unternehmen lehnt jedoch weiterhin jede Verantwortung ab.

Den vierten String der vertikal installierten Module an der umlaufenden Terrasse und an der Fassade ließ Freisinn zunächst unangetastet. „Ich wollte erst wissen, ob die Reparaturlösung wie von Tigo angegeben wirklich funktioniert“, erläutert er. „Erst danach können wir String D sanieren. Die Module von der Fassade zu nehmen ist sehr, sehr aufwendig.“

Wie bei Jugend forscht

Jochen Freisinn findet die Photovoltaik und die solare Energiewende sehr wichtig. Deshalb kniete er sich in die Sanierung der Anlage. „Ich komme mir vor wie bei ‚Schweizer Jugend forscht‘“, bekennt er. Ohne fachliche Hilfe von Tigo – von einem PDF-Dokument abgesehen – stand er faktisch allein da.

Der Hersteller bietet keine Reparatursets an, also muss der Anlagenbetreiber selbst herausfinden, welche Ferritkerne und welche Filter zur Dämpfung der Störungen einzubauen sind.

Zum Glück hat sich sein Installateur bereit erklärt, die Kosten zu teilen. Stand Anfang März 2020 waren zwei Dachstrings saniert, ihre Störpegel sanken deutlich. Beim dritten Dachstring gab es trotz Metallkanälen, verdrehten Kabeln und Ferriten an den Optimierern noch Störungen.

Wie kompliziert die Sache werden kann, bezeugt ein Auszug aus dem E-Mail-Verkehr des Betreibers mit seinem Installateur. Darin nimmt er Bezug auf Empfehlungen eines EMV-Experten, den er mittlerweile zurate gezogen hat. Dieser Fachmann hat die Anlage mit speziellen Messgeräten überprüft. Nun empfiehlt er weitere Ferritkerne zur zusätzlichen Dämpfung:

Anzeige

eenergy decentral DLG
POWERING NEW IDEAS



Internationale Fachmesse für
innovative Energieversorgung

17. – 20. November 2020
Hannover

Hotline: 069 24788-265 | expo@DLG.org
www.energy-decentral.com | facebook.com/energy-decentral





Foto: Peter Furter

Sicherung der Ausgänge des Wechselrichters mit speziellen Filtern. Damit wurde er als mögliche Störquelle ausgeschlossen.

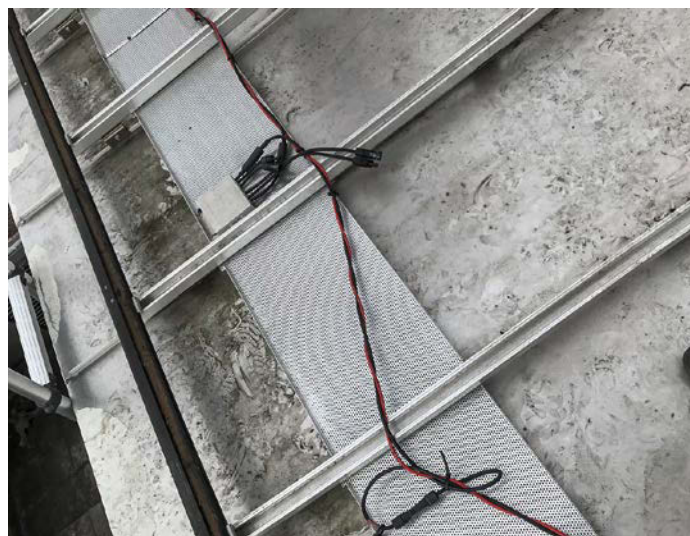


Foto: Peter Furter

Die Optimierer wurden mit Metalldeckeln abgeschirmt, die Kabel verdreht und in Blechkanäle verlegt.



Foto: Peter Furter

Solche Ferritkerne sollen die DC-Leitungen der Optimierer dämpfen. Sie werden nachträglich in die Kabel eingebaut.



Foto: Peter Furter

DC-Anschlüsse eines Optimierers mit Ferritkernen und Schrumpfschlauch gegen eventuell eintretende Feuchtigkeit.

„Er hat festgestellt bei den Messungen, dass sich noch gegenläufige Ströme bilden und man sollte auch diese Ströme noch eliminieren. Dies macht man, indem man immer die zwei zusammengehörenden Plus- und Minus-Leiter zusammennimmt und diese mit einem Ferrit auch noch entstört.“

Man könnte auch vier Leiter miteinander nehmen, wie schon mal diskutiert, aber die fallen dann in die Sättigung und daher nur die jeweils zusammengehörenden zwei Leiter (also zwei zum Modul und dann die zwei auf den String raus zum nächsten Optimizer). Also heißt das, pro Optimizer vier oder bei einem Doppeloptimizer sechs Stück Ferrite (immer zwei Ferrite pro zwei Leiter).

Wie im untenstehenden Mail aufgeführt, würde er wieder zwei Ferrite nehmen (das war gut, sagt er, dass wir immer mindestens zwei genommen hätten, das half schon mal, aber eben nicht über alles), aber die müssen dranbleiben, denn die entstören andere Felder, fallen aber in eine mögliche Sättigung bei tiefen Frequenzen, sagt er. Er ist sich hier auch nicht ganz sicher, eher eine Vermutung aufgrund der Messungen.

Im Telefongespräch vorhin sagte er mir noch, dass er eigentlich eine Kombination von je einem MRFC-13 und einem FRFC-13 je Leiterpaar noch optimaler sehen würde. 13 Millimeter Durchmesser sollten reichen, sagt er. Ich hab's grad mal nachgemessen, 13 Millimeter gehen bei den Kabeln, die ich gesehen habe, außer Du hast eine andere Erfahrung.

Wie viele Ferrite brauchen wir? Ich habe es mir mal ausgerechnet: Wir haben dreimal zwölf Module mal zwei Ferrite = 24 Ferrite auf Modulseite pro String, dann fünf Optimizer (je zwei Module) und zwei Optimizer für ein Modul = 14 Ferrite. Total zusammen 38 Ferrite pro String, mal drei Strings = 114 Ferrite, aufgerundet 120 Ferrite (60 MRFC-13 und 60 FRFC-13).“

Mitte März kommt das Bakom

Für Mitte März hat sich der EMV-Experte angemeldet, um die ausstehenden Arbeiten durchzuführen. Danach kommt das Bakom zur abschließenden Messung. Aufgrund der dann vorliegenden Ergebnisse wird es die Anlage vollständig oder teilweise stilllegen. Oder freigeben, wenn die Sanierung gelingt. „Vielleicht gibt es schlechtes Wetter, dann kann das Bakom

nicht messen“, meint Freisinn mit Galgenhumor. „Dann habe ich noch etwas mehr Zeit. Eine letzte Galgenfrist.“

Mittlerweile hat er die Solarmodule der Dachanlage dreimal abgedeckt und neu montiert, der nächste Gang aufs Dach ist der vierte. Jeder Manntag des Installateurs kostet 1.600 Schweizer Franken. Rund 1.500 Franken kosten die Ferrite. Mit den Blechkanälen für die Stringverkabelung, dem neuen Wechselrichter und den Filtern dürfte er letztendlich bei rund 20.000 Franken herauskommen.

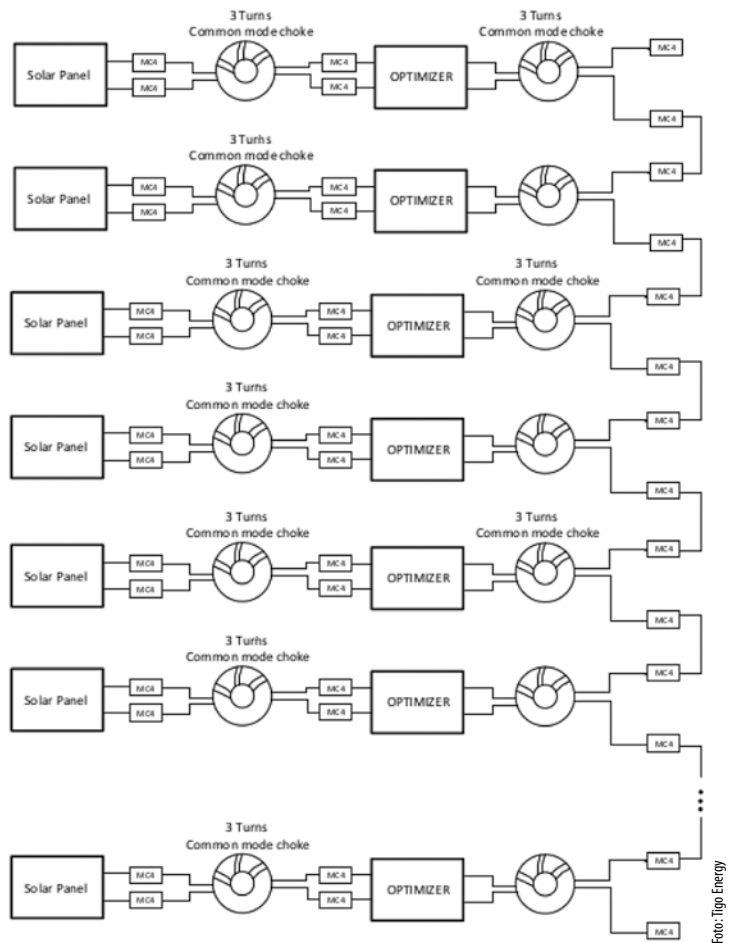
Mehr als 300 E-Mails hat Freisinn in dieser Sache geschrieben, die dafür notwendigen Kosten und die Nerven hat er nicht einberechnet. Und was macht er, wenn das Bakom den Daumen senkt? „Dann muss ich wohl Mikrowechselrichter einbauen“, sagt er. „Aber dann ist das faktisch eine neue Anlage. Dann wird es ja noch teurer.“

TIPPS FÜR INSTALLATEURE

Unwissenheit schützt vor Strafe nicht

Funkstörungen verjähren nicht, auch kann sich der Installateur nicht auf Unwissenheit berufen. Es kann sogar passieren, dass ein Amateurfunker neu in die Nachbarschaft einzieht und die Anlage als störend meldet, obwohl sie schon einige Jahre ohne Beanstandungen gelaufen ist.

Auch in diesem Falle muss der Betreiber die Anlage sanieren. Dazu kann er sich beim Installateur schadlos halten, der für die gesetzeskonforme Installation unterschrieben hat. Deshalb sollte sich Installateure, die solche DC-Optimierer einbauen, unbedingt vom Hersteller die Unbedenklichkeit garantieren lassen.



Diese Anleitung gibt Tigo Energy zur EMV-Sanierung einer Anlage.

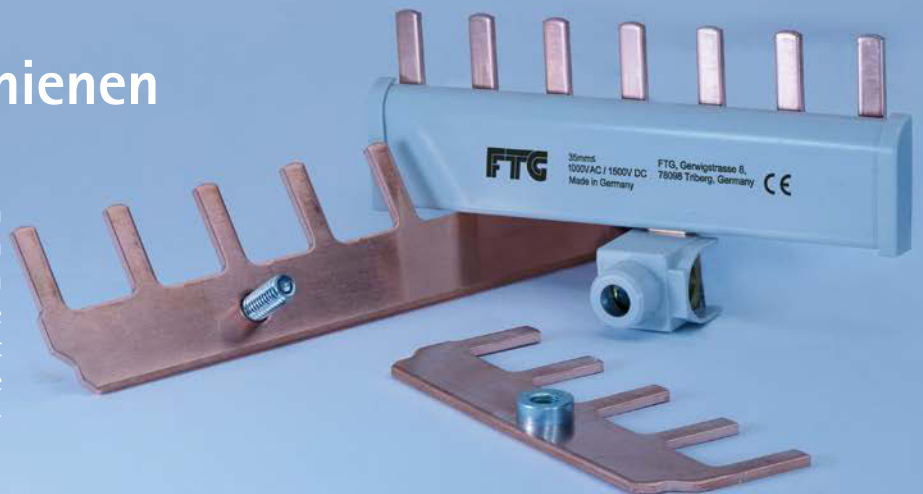
Foto: Tigo Energy

Anzeige

Einpolige Phasenschienen für Photovoltaik-Anlagen

FTG bietet ab sofort einpolige Phasenschienen zur Verbindung von Leitungsschutzschaltern in Stromverteilern von Photovoltaik-Anlagen an. Die Schienen sind für beliebig viele Teilungseinheiten als isolierte Variante mit Einspeiseklemme oder als kosteneffiziente Ausführung mit Einpressmutter oder Gewindebolzen verfügbar.

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.ftg-germany.de



Amphenol
CONNECTING VISIONS
FTG