



# Störungen von Funkdiensten durch Photovoltaikanlagen

Datum:

06.12.2022

Autoren:

Emmanuel de Raemy, Samuel Gsteiger

- Photovoltaikanlagen können Funkdienste stören, besonders, wenn sie mit Optimierern ausgestattet sind. Diese wirken als Störquelle.
- Die Anlagen müssen darum nach den anerkannten Regeln der Technik installiert werden und den Anforderungen der Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV) entsprechen.
- Wird dem BAKOM eine Störung gemeldet, führt es Messungen aus. Falls die Anforderungen nicht erfüllt sind, muss der Besitzer bzw. die Besitzerin als verantwortliche Person die Anlage sanieren lassen oder gegebenenfalls ausschalten.
- Gewisse Hersteller von Optimierern profitieren heute noch von einer Normierungslücke und sparen so die für den minimalen Schutz des Funkspektrums unumgängliche Filterung ein.

## 1 Einführung

Dieses Dokument informiert über unerwünschten Auswirkungen von gewissen Photovoltaikanlagen auf das elektromagnetische Spektrum, was zu Störungen von Funkdiensten führen kann. Es wendet sich an alle aktuellen und künftigen Besitzerinnen und Besitzer von Photovoltaikanlagen wie auch an alle Installateure solcher Anlagen. Es erklärt, was eine ortsfeste Anlage ist, gibt einen Überblick über die verschiedenen Typen von Photovoltaikanlagen und informiert im Spezifischen über die Optimierer, welche einen Teil gewisser Photovoltaikanlagen bilden und deren Installation Funkdienste potentiell stören kann. Zudem wird beschrieben, wie das BAKOM im Fall einer störenden Photovoltaikanlage vorgeht und wie es Kontrollen durchführt. Schliesslich nennt dieses Dokument auch die Rechtsgrundlagen im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit von Photovoltaikanlagen.

## 2 Ortsfeste Anlage

Die folgenden Angaben gelten für diejenigen Photovoltaikanlagen, nachfolgend PVA genannt, welche als ortsfeste Anlagen betrachtet werden. Die Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV, Art.2c [1]) definiert den Begriff wie folgt:

*Eine besondere Kombination von Geräten und gegebenenfalls weiteren Apparaten, die miteinander verbunden oder installiert werden und dazu bestimmt sind, auf Dauer an einem vorbestimmten Ort benutzt zu werden.*

Um Frequenzstörungen zu verhindern, müssen Photovoltaikanlagen gemäss der VEMV verschiedene Vorgaben erfüllen:

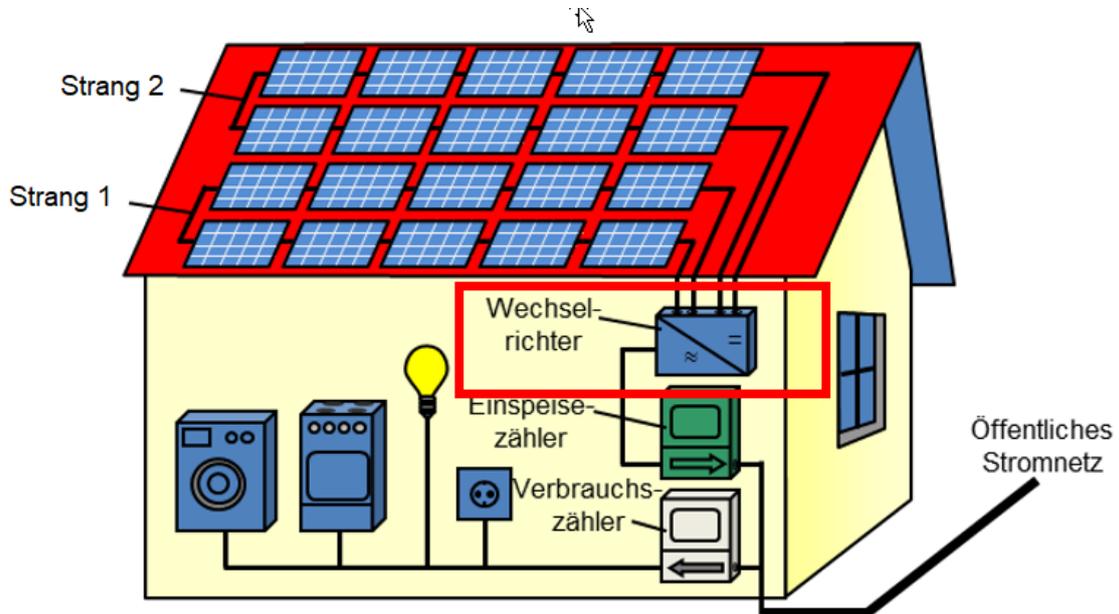
- Die Anlage muss die grundlegenden Anforderungen einhalten: Das heisst, sie darf weder unzulässig stören noch darf sie selbst gestört werden.
- Die PVA muss nach den anerkannten Regeln der Technik gebaut werden. Ihre Bestandteile sind gemäss den Anleitungen des Herstellers zu installieren. Die Installation muss durch den Installateur dokumentiert und diese Dokumentation der Besitzerin oder dem Besitzer abgegeben werden.
- In gewissen Fällen kann das BAKOM verlangen, dass die PVA einem Konformitätsbewertungsverfahren unterzogen wird.

### 3 Verschiedene Arten von Photovoltaikanlagen

Es gibt drei unterschiedliche Arten von Photovoltaikanlagen, welche nachfolgend beschrieben werden.

#### 3.1 PVA mit einem Wechselrichter

Eine PVA mit einem Wechselrichter (Umwandlung von Gleich- in Wechselstrom) am Ende aller Stränge sieht folgendermassen aus:

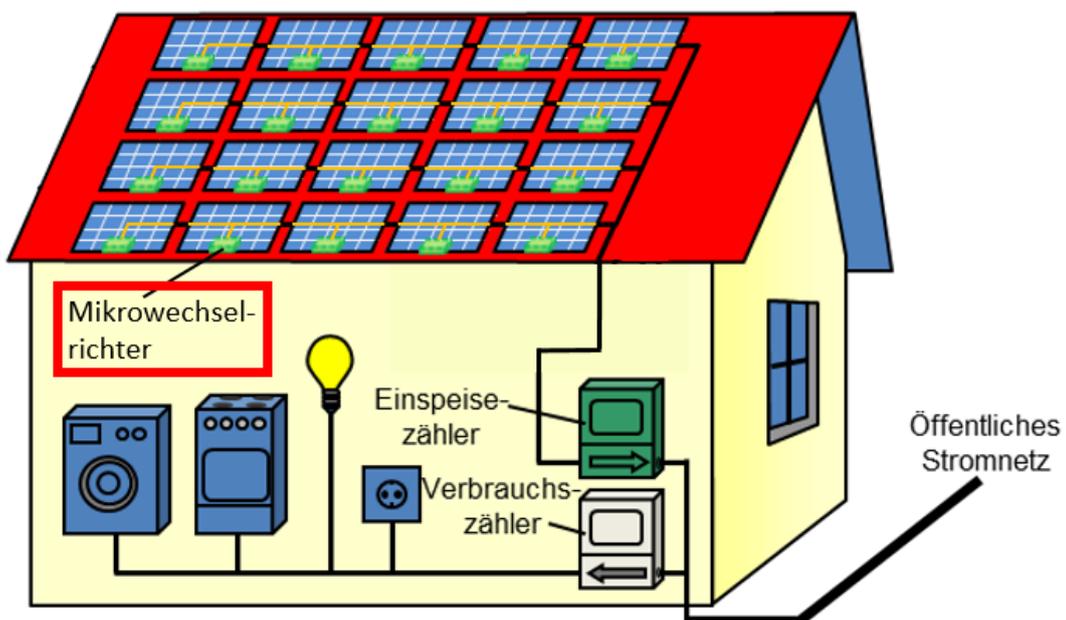


Quelle: [www.lehrbuch-photovoltaik.de](http://www.lehrbuch-photovoltaik.de)

Ein Strang weist eine gewisse Anzahl in Serie geschalteter Solarpanels auf. Er leitet Gleichstrom zum Wechselrichter, wo er in Wechselstrom umgewandelt wird. Der Wechselstrom kann anschliessend entweder im Haus verbraucht oder ins Stromnetz eingespeisen werden.

#### 3.2 PVA mit Mikrowechselrichtern

Eine PVA mit je einem Mikrowechselrichter pro Panel sieht folgendermassen aus:

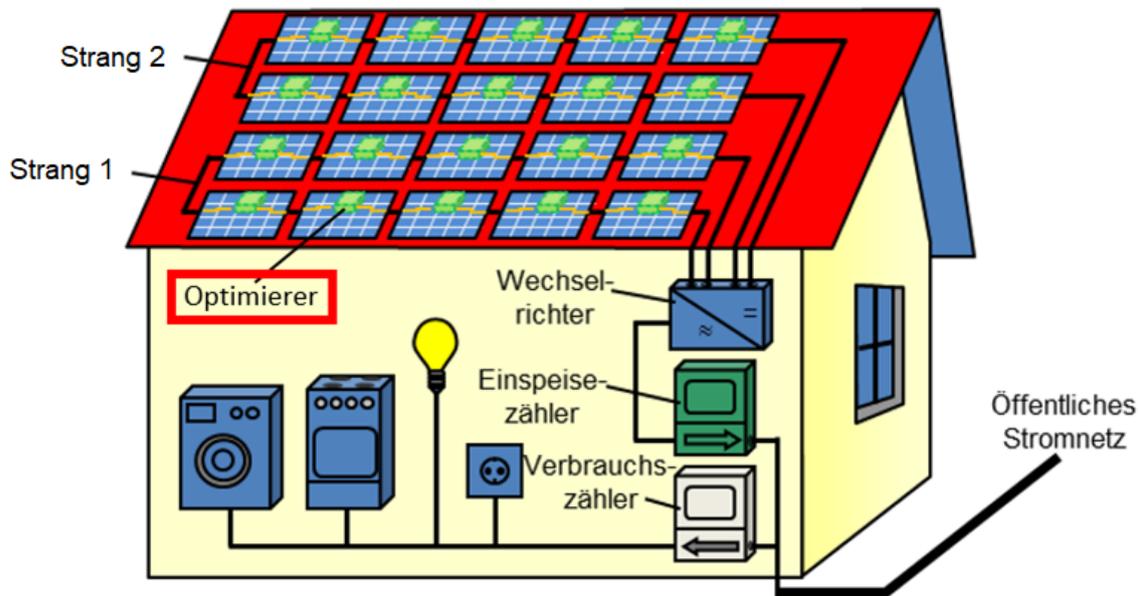


Quelle: [www.lehrbuch-photovoltaik.de](http://www.lehrbuch-photovoltaik.de)

Jedes Solarpanel verfügt über einen eigenen Mikrowechselrichter. Der vom Solarpanel erzeugte Gleichstrom wird also direkt in Wechselstrom umgewandelt. Alle Mikrowechselrichter sind in der Folge parallel zueinander an eine Wechselstromleitung angeschlossen.

### 3.3 PVA mit Optimierern

Eine PVA mit je einem Optimierer pro Solarpanel und einem Wechselrichter am Ende aller Stränge sieht folgendermassen aus:



Quelle: [www.lehrbuch-photovoltaik.de](http://www.lehrbuch-photovoltaik.de)

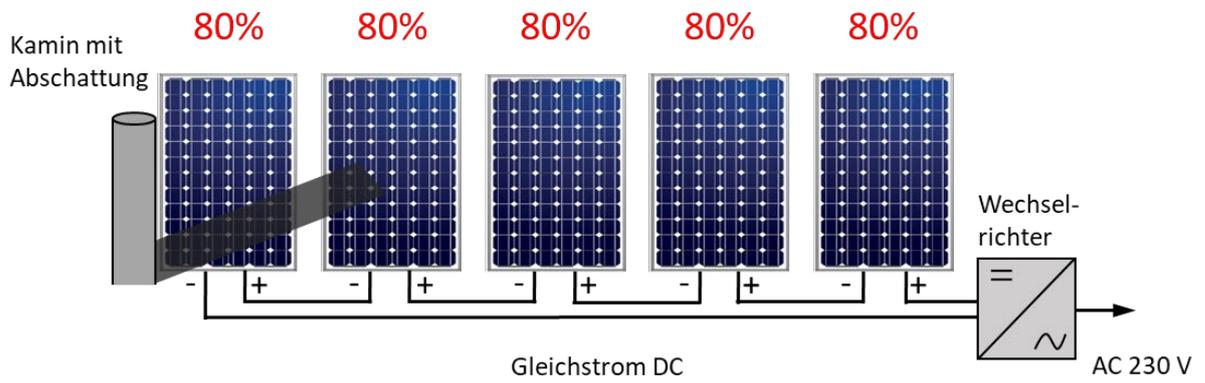
Ein Strang weist eine gewisse Anzahl in Serie geschalteter Optimierer auf. Die Optimierer sind jeweils mit einem zugehörigen Solarpanel verbunden. Die Funktion des Optimierers wird in Kapitel 3.4 erläutert. Auch hier läuft alles über eine Gleichstromleitung, welche mit dem Wechselrichter verbunden ist. Der Wechselrichter wandelt den Gleichstrom in Wechselstrom um.

### 3.4 Aufgabe der Mikrowechselrichter und der Optimierer

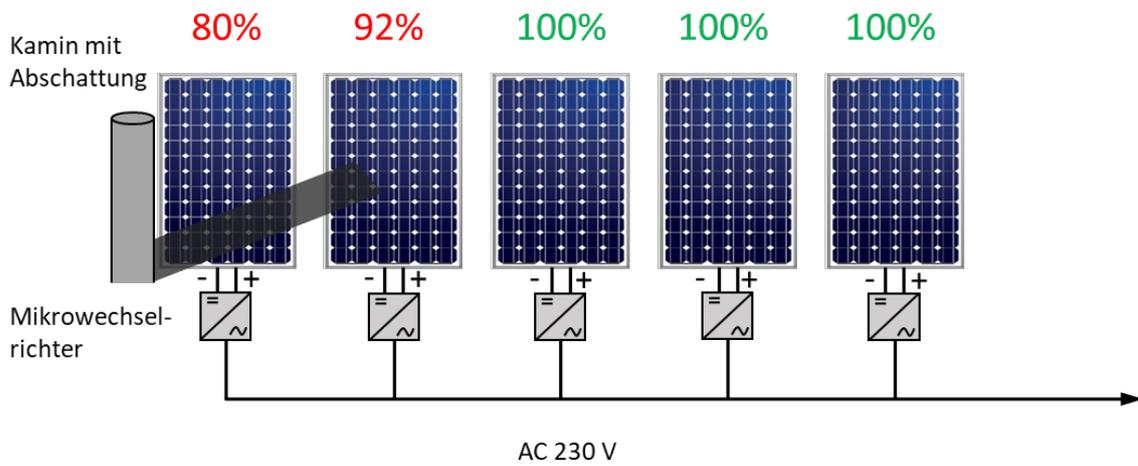
Die Mikrowechselrichter und die Optimierer sind Module, welche direkt an die Solarpanels angeschlossen werden. Bei den Mikrowechselrichtern erfolgt die Optimierung automatisch aufgrund deren Verschaltung (Parallelschaltung von Solarpanels). So kann jedes Solarpanel unabhängig von den anderen Panels in der Anlage die grösstmögliche Energie liefern. Die Optimierer regeln die Energieproduktion für jedes Solarpanel individuell, da dies aufgrund der seriellen Verschaltung nötig ist. Die Optimierung geschieht dann, wenn ein Teil des Solarpanels vorübergehend beschattet wird, z.B. von einem Baum, einem Kamin oder einer Dachausbuchtung.

Bei einer herkömmlichen PVA produziert das beschattete Solarpanel nicht nur weniger Energie sondern begrenzt auch den Strom aller anderen Panels, die sich in demselben Strang befinden (Serienschaltung von Solarpanels), womit diese ebenfalls weniger Energie produzieren. Somit kann der Produktionsverlust bei einer herkömmlichen PVA beträchtlich sein. Im Folgenden sind einige Beispiele angegeben. Die Prozentzahlen entsprechen einer frei gewählten Annahme.

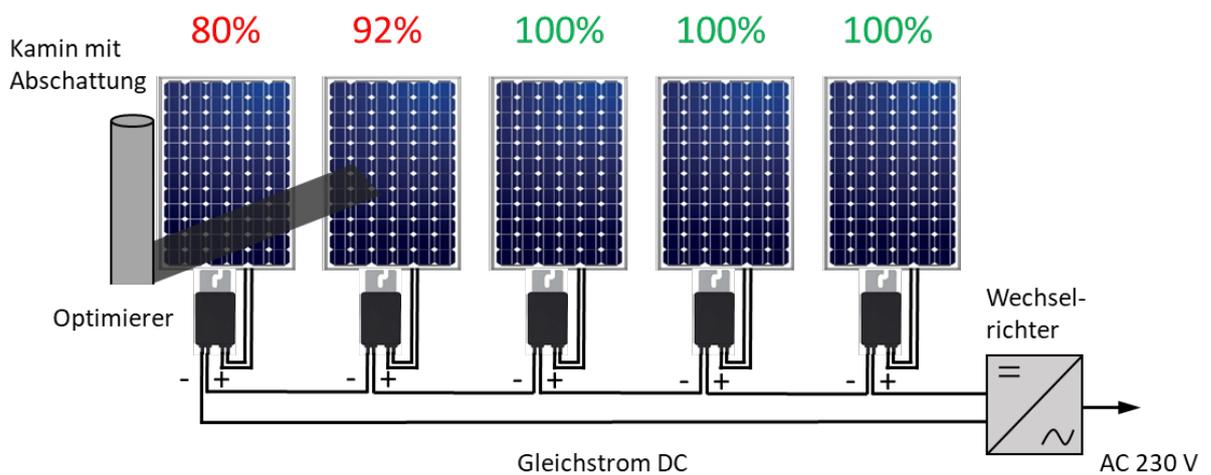
### PVA konventionell



### PVA mit Mikrowechselrichter



### PVA mit Optimierer



### **3.5 Besonderes Störpotential von Optimierern**

Optimierer verursachen durch ihren Betrieb auf Gleichstromleitungen überlagerte hochfrequente Störungen. Da diese Leitungen bei PVA erhebliche Längen erreichen, wirken sie als Antennen. Die dadurch abgestrahlten elektromagnetischen Wellen beeinträchtigen den Fernmeldeverkehr unter anderem im Kurzwellenbereich beträchtlich.

Das ist möglich aufgrund der aktuellen Gerätereulierung, welche es erlaubt Optimierer anzubieten, die ungenügend oder gar nicht entstört sind. Inzwischen wurde die einschlägige Norm EN 55011\* mit dem Anhang A2:2021 ergänzt, um diese Anforderungslücke zu schliessen. Die Hersteller sind allerdings noch nicht verpflichtet, die neuen Bestimmungen anzuwenden. Würden die Optimierer diese erfüllen, könnte das Störpotential stark reduziert werden. Anhand der Konformitätserklärung (siehe auch Link [8]) kann abgeklärt werden, ob der Hersteller den Anhang A2:2021 trotzdem schon angewendet hat. Mikrowechselrichter müssen hingegen entstört sein, womit Funkstörungen vermieden werden können.

\*Vollständige Normenbezeichnung: EN 55011:2016+A1:2017+A2:2021

## **4 Störungen**

Wird dem BAKOM eine Störung des Funkspektrums gemeldet, führt es Messungen durch, um die Ursache zu ermitteln. Dabei beurteilt das BAKOM die Einhaltung der grundlegenden Anforderungen einer PVA mittels der Empfehlung des Ausschusses für elektronische Kommunikation ECC («ECC Recommendation (09)02»[2]). Kommt das BAKOM zum Schluss, dass die Anforderungen nicht erfüllt sind, muss der Besitzer oder die Betreiberin die Anlage innerhalb einer gegebenen Frist sanieren. Ist die Anlage nach Ablauf der Frist nicht oder ungenügend saniert, kann das BAKOM das Ausschalten anordnen.

## **5 Kontrolle**

Das BAKOM kann kontrollieren, ob die erstellten und in Betrieb genommenen ortsfesten Anlagen den massgeblichen Rechtsgrundlagen entsprechen. Es führt Kontrollmessungen durch, wenn es Grund zur Annahme hat, dass eine PVA die rechtlichen Vorgaben nicht erfüllt.

## **6 Weitere Rechtsgrundlagen**

Die Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV) gilt als Rechtsgrundlage.

Weist eine PVA auch eine leitungsgebundene Kommunikation auf oder hat sie ein integriertes Funkmodul, so handelt es sich um eine Fernmeldeanlage. In diesem Fall kommen zusätzlich das Fernmeldegesetz (FMG) [3] und die zugehörigen relevanten Ausführungsverordnungen zur Anwendung. Es handelt sich dabei um folgende Ausführungsverordnungen:

- Verordnung über Fernmeldeanlagen (FAV) [4]
- Verordnung über die Nutzung des Funkfrequenzspektrums (VNF) [5]
- Verordnung des Bundesamtes für Kommunikation über die Nutzung des Funkfrequenzspektrums (VVNF) [6]
- Verordnung über die Gebühren im Fernmeldebereich (GebV-FMG) [7]

Dies gilt sowohl für die Betriebsanforderungen als auch im Störfall.

## 7 Links zum Thema

Nachfolgend sind noch einige Links zu Themen rund um dieses Informationsschreiben aufgelistet.

- [1] Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV):  
<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2016/18/de>
- [2] ECC Recommendation (09)02:  
<https://docdb.cept.org/download/1824>
- [3] Fernmeldegesetz (FMG):  
[https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1997/2187\\_2187\\_2187/de](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1997/2187_2187_2187/de)
- [4] Verordnung über Fernmeldeanlagen (FAV):  
<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2016/24/de>
- [5] Verordnung über die Nutzung des Funkfrequenzspektrums (VNF):  
<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2020/1024/de>
- [6] Verordnung des Bundesamtes für Kommunikation über die Nutzung des Funkfrequenzspektrums (VVNF):  
<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2020/914/de>
- [7] Verordnung über die Gebühren im Fernmeldebereich (GebV-FMG):  
<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2020/1028/de>
- [8] Erläuterungen zum Thema Konformitätserklärung:  
<https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/geraete-anlagen/marktzugang-elektrischer-geraete/konformitaetserklaerung.html>

## 8 Empfehlungen zum Thema

Die nachfolgend aufgeführten Links führen zu bereits vorgängig erschienenen Artikeln zu diesem Thema.

- [1] BAKOM Infomailing 43 zur Installation von PVA:  
<https://www.bakom.admin.ch/bakom/de/home/das-bakom/medieninformationen/bakom-infomailing/bakom-infomailing-43/photovoltaik-anlagen-vermeidung-von-moeglichen-stoerungen-bei-funkfrequenzen.html>
- [2] Fachartikel über Optimierer im Bulletin von Electrosuisse:  
<https://www.bulletin.ch/de/news-detail/optimizer-nur-ein-hype-oder-die-zukunft.html>
- [3] Fachartikel über PVA mit Störrisiko für Funkfrequenzen aus dem eco2friendly-Magazin:  
[https://issuu.com/eco2friendly/docs/eco2friendly-de-01-2021\\_web/s/13308883](https://issuu.com/eco2friendly/docs/eco2friendly-de-01-2021_web/s/13308883)