



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

Grünes Licht für Stecker-Solar-Geräte.

Bringt die Photovoltaik auch in die Städte!

Für verbraucherfreundliche, juristisch und sachlich angemessene Sicherheitsregeln im aktuellen Normprozess

Stecker-Solar-Geräte sind einzelne, steckdosenfertige Solarmodule, die direkt an eine herkömmliche Steckdose angeschlossen werden können. Die Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (DKE) arbeitet derzeit an Änderungen bestehender Normen sowie an neuen Normen, die den Einsatz von Stecker-Solar-Geräten betreffen. Stecker-Solar-Geräte sind insbesondere für Mieter und Wohnungseigentümer ohne eigene Dachflächen die einzige Möglichkeit, mit einer eigenen regenerativen PV-Stromproduktion an der Energiewende teilzunehmen. Stecker-Solar-Geräte sind damit ein zentraler Baustein für die Verbreitung von Photovoltaik in den Städten. Der aktuelle Normungsprozess muss daher auf der Grundlage einer rationalen Sicherheitsanalyse zu verbraucherfreundlichen Regelungen führen. Vorhandene Hürden für den Einsatz von Stecker-Solar-Geräten müssen abgebaut und bürokratische Hemmnisse beseitigt werden. So sollten die anstehenden Novellierungen der Normen das Ziel haben, den freien und sicheren Zugang zur Photovoltaik durch für den Einsatz von Stecker-Solar-Geräten auf gesetzlicher Ebene zu ermöglichen.

Die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. fordert:

- 1. Eine Bagatellgrenze von 2,6 Ampere für den Anschluss von Stecker-Solar-Geräten durch den Nutzer**
- 2. Keine Meldepflicht für Anlagen bis 800 Watt gemäß EU Netzkodex 2016/631**
- 3. Eine rationale Risikowahrnehmung wie in der Schweiz, den Niederlanden und Österreich, um auch hierzulande die Möglichkeit zu bieten, sichere Stecker-Solar-Geräte ohne zusätzlichen Aufwand in Betrieb nehmen zu können**
- 4. Ein klares Bekenntnis der Netzbetreiber und der Politik zur dezentralen Stromerzeugung und zum Abbau bestehender normativer Hürden für Bürger, die regenerative Stromerzeugungseinrichtungen betreiben (Prosumer)**

Ausführliche Erläuterung der Forderungen:

Im Rahmen der aktuellen Diskussion um die technische Normung für steckerfertige Stromerzeugungseinrichtungen sind sich Experten einig: Eine normative Neugestaltung ist schon wegen der hohen Zahl von bereits mehr als 20.000 Anwendern notwendig geworden, die ihre Anlagen in einer rechtlich-normativen Grauzone nutzen. Auch von der Europäischen Kommission und dem EU-Parlament gibt es dafür grünes Licht.

Artikel 7 der EU Richtlinie 2009/72/EG hält fest: Die Mitgliedstaaten sollen gewährleisten, dass für kleine, dezentrale und/oder an das Verteilnetz angeschlossene Erzeugungsanlagen besondere – sprich: vereinfachte – Genehmigungsverfahren gelten, die der begrenzten Größe und der (geringen) möglichen Auswirkung dieser Anlagen Rechnung tragen.

Das Europäische Parlament hat am 12. September 2013 die Mitgliedstaaten aufgefordert (2012/2930(RSP)), die nationalen Vorschriften zur Strom- und Wärmeerzeugung in kleinem und kleinstem Maßstab so zu überarbeiten, dass dem Einsatz von Kleinstanlagen in Haushalten keine rechtlichen Hemmnisse entgegenstehen.



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

Davon sind wir in Deutschland noch weit entfernt. Die Photovoltaik ist im Mehrfamilienhaus und damit in den Städten noch nicht angekommen, während sie auf Einfamilienhäusern im ländlichen Bereich mittlerweile zum Landschaftsbild gehört.

Die Gründe für den fehlenden Ausbau von Photovoltaik in der Stadt liegen nicht im fehlenden ökologischen Bewusstsein der Stadtbevölkerung. Vielmehr machen einzelne Netzbetreiber und veraltete Normen es den Prosumern (also Konsumenten, die gleichzeitig auch Produzenten von regenerativem Strom sind) besonders schwer, an der Energiewende teilzunehmen.

Wir sind der Meinung, dass die dezentrale Energiewende nur gelingen kann, wenn Menschen Berührungspunkte mit den Themen dezentrale Energieerzeugung und Energieeffizienz haben. Dies ist jedoch für die Menschen in der Stadt derzeit aus folgenden Gründen sehr schwierig:

- Im Bereich der Nutzung der Photovoltaik im Mehrfamilienhaus bestehen normative Hürden, so dass Stecker-Solar-Geräte nicht so einfach wie andere Haushaltsgeräte in Betrieb genommen werden können.
- Die Möglichkeit zur Nutzung von netzgekoppelten Stecker-Solar-Geräten im Haushaltsbereich ist derzeit nicht gesetzlich verankert.
- Im Falle der Rückspeisung von Energie ins öffentliche Netz ist der Nutzer oft gezwungen, selbst die Einspeisung geringster Mengen unverhältnismäßig umfassend vorzubereiten und zu dokumentieren.
- Die gegenwärtige Normung zwingt Mieter, kleine Photovoltaik-Geräte ortsfest zu installieren, eine Investition, die vom Vermieter genehmigt werden muss und bei einem Auszug verloren ist.

Nach Zahlen der Hersteller sind trotzdem bereits über 20.000 Stecker-Solar-Geräte in Deutschland im Einsatz, ohne dass es zu nennenswerten Zwischenfällen gekommen ist. In den Niederlanden gehören Stecker-Solar-Geräte mit ca. 200.000 installierten Modulen schon zum Alltag, in der Schweiz gibt es ebenfalls viele Anlagen in gemischten Stromkreisen. Auch in diesen Ländern sind keine negativen Erfahrungen dokumentiert.

Neue Untersuchungen zeigen: Auch in Deutschland besteht keinerlei Gefahr, sofern Leistungsgrenzen eingehalten werden.

Nach den Niederlanden, der Schweiz und Österreich muss es daher auch in Deutschland für alle Menschen die Möglichkeit geben, Stecker-Solar-Geräte ohne unangemessenen bürokratischen Aufwand in Betrieb nehmen zu können.



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

Unsere Forderungen:

1. Eine Bagatellgrenze von 2,6 Ampere für den Anschluss von Stecker-Solar-Geräten durch den Nutzer

In den meisten Fällen haben unsere Elektroinstallationen normative Reserven, für den Dauerbetrieb von steckbaren Stromerzeugungseinrichtungen. Falls diese nicht ausreichen, können sie durch den Einbau einer kleineren Sicherung hergestellt werden.

Da Stecker-Solar-Geräte nur zeitweise einspeisen, können zudem Reserven für temporäre Überströme genutzt werden. Das deutsche Normsystem erlaubt das auch bei anderen Komponenten. Bis zu einer Stromgrenze von 2,6 Ampere sind die Überlasten von Stecker-Solar-Geräten mit anderen normativen Überlasten vergleichbar.

In den Laboren der Hochschule für Technik, und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin) wurden die Fälle ohne Reserven für Dauerbetrieb vermessen: In den Untersuchungen kam es im Überlastfall bei dieser Leistungsgrenze zu einer leichten temporären Erhöhung der Leitungstemperatur. Diese Erhöhung ist jedoch weit von Grenzwerten der Isolierung und dem Flammpunkt von Baustoffen entfernt. Somit ist in dieser Leistungsklasse ein Brandrisiko empirisch nicht nachweisbar. Es erfolgt allenfalls eine minimal beschleunigte Alterung der Kabelisolierung.

Von der ESTI (Schweiz) wird die Leitungsüberlastung durch Stecker-Solar-Geräte zu unwahrscheinlich angesehen, um sie normativ zu betrachten.

Daher fordern wir: Für Stecker-Solar-Geräte bis 2,6 Ampere in Haushalten mit Sicherungsautomaten sollen ohne Elektriker in Betrieb genommen werden können. Bei älteren Installationen mit Schraubsicherungen soll die Sicherung durch kleinere ausgetauscht werden können. Ähnliche Toleranzen gibt es bereits in anderen europäischen Ländern.

Technische Hintergründe

Die Erwärmung der Leitungen wird durch den Strom verursacht. Wir fordern bei den elektrischen Anschlussbedingungen daher bewusst keine Leistungsgrenze, sondern eine Stromgrenze. Ein Strom von 2,6 A könnte fließen, wenn Stecker-Solar-Geräte mit einer Leistung von ca. 630 Wp eingesetzt werden.

Endstromkreise werden in Deutschland nach VDE 0298-4 ausgelegt. Dadurch wird ein Überhitzen der Leitungen verhindert. In den meisten Fällen bestehen Reserven zwischen der Strombelastbarkeit der Leitung und dem maximal zulässigen Bemessungsstrom. Sind keine Reserven vorhanden, können diese durch einfaches Herabsetzen der Sicherung erzeugt werden. Diese Reserven können unter Einhaltung aller Grenzwerte für den Anschluss von Stecker-Solar-Geräten genutzt werden. Solche Reserven werden in der europäischen Norm HD 60364-5-551:2010 Abschnitt 551.7.2 für die Nutzung durch Stromerzeugungseinrichtungen freigegeben. In der deutschen Norm ist dieser Abschnitt gestrichen.

Stecker-Solar-Geräte speisen nur zeitweise ein. Die Grenzwerte der VDE 0298-4 beziehen sich jedoch auf Dauerbetrieb. Bei der Auslegung von elektrischen Installationen werden temporäre/potentielle Überlastsituationen in folgenden Fällen berücksichtigt:

1. Die Norm DIN VDE 0100-430 für Leitungsschutzschalter erlaubt, dass die Grenzwerte der VDE 0298-4 für eine Stunde um das 1,45-fache überschritten werden dürfen. Zum Vergleich: ein 2,6 A (630 Wp) Stecker-Solar-Gerät würde den Grenzwert nur um das 1,16-fache überschreiten.
2. Laut DIN VDE 0100-100 dürfen bei der Planung einer elektrischen Anlage Gleichzeitigkeitsfaktoren berücksichtigt werden. Dies berücksichtigt die Tatsache, dass nie alle Geräte einer Elektroanlage gleichzeitig mit voller Leistung betrieben werden.
3. Gleichzeitigkeitsfaktoren bei Leitungshäufung berücksichtigen zudem die Tatsache, dass nie alle Leitungen einer Elektroanlage gleichzeitig mit maximalem Strom betrieben werden.



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

Damit ein Überlastfall eintritt, der zur Überlastung, nicht aber zur Auslösung des Automaten führt, müssen folgende Umstände gleichzeitig zusammenkommen:

1. Der Verbrauch im Steckdosenstromkreis ist genau so groß (20,7 A), dass abzüglich des maximalen Stromflusses der PV-Anlage (2,6 A) nicht mehr als 18,1 A ($16 \text{ A} \cdot 1,13$) über den Leitungsschutzschalter fließen.
2. Der Verbrauch bleibt über längere Zeit konstant, d.h. dass weder mehr Strom fließt (wodurch der Automat auslöst) noch weniger, so dass auf der betroffenen Leitung kein Überlastfall auftreten kann.
3. Die betroffene Leitung ist in einer Wärmedämmung oder einem Kabelkanal verlegt, sodass die Wärmeabführung eingeschränkt ist.
4. Die Einstrahlungsverhältnisse sind über längere Zeit so hoch, dass die maximale Einspeisung aus dem Stecker-Solar-Gerät erhalten bleibt. Die Solarmodule erbringen nur ihre maximale Leistung und damit 2,6 A, wenn diese bei vollem Sonnenschein senkrecht beschienen werden und ihre Modultemperatur 25°C (kühles Wetter) beträgt.

Von der ESTI (Schweiz) wird dieser Fall als zu unwahrscheinlich angesehen, um ihn normativ zu betrachten.

Stecker-Solar-Geräte müssen daher nur sicherstellen, dass beim Eintreten dieses unwahrscheinlichen Falls die Leitungstemperaturen nicht zum Brand führen können. Nach Untersuchungen in den Laboren der HTW Berlin steigt die maximale Temperatur der elektrischen Leitung durch ein 2,6 A (630 W_p) Stecker-Solar-Gerät um $13,4^\circ\text{C}$. Eine Brandgefahr ist empirisch nicht nachweisbar. Die Temperaturen bleiben selbst beim großen Prüfstrom unter der Zersetzungstemperatur von PVC-Isolierungen.

2. Keine Meldepflicht für Anlagen bis 800 Watt gemäß EU Netzkodex 2016/631

Stecker-Solar-Geräte sind keine EEG-Anlagen, die Anlagenbetreiber möchten keine EEG-Vergütung erhalten und sollten deshalb nach anderen Kriterien behandelt werden. Genau wie energieeffiziente Haushaltsgeräte reduzieren Stecker-Solar-Geräte den Strombezug. Von daher sollten sie, wie die Anschaffung eines A+++ Kühlschranks, nicht meldepflichtig sein.

Die maximal möglichen Rückwirkungen in dieser Anlagenklasse sind nicht „schädlich“ im Sinne des § 19 Abs. 3 NAV. Von veralteten Stromzählern werden diese Rückspeisungen mit dem Strombezug verrechnet. Dieses Problem wird aber im Zuge der Zählerdigitalisierung aussterben. Zudem überschreitet erst eine Rückspeisung von 125 kWh pro Jahr die Messtoleranzen von Zählern.

Sowohl der EU Netzkodex 2016/631 als auch das deutsche Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende halten Stromerzeugungseinrichtungen unter 800 Watt für nicht signifikant. Daher fordern wir: Keine Meldepflicht für Anlagen bis 800 Watt!

Technische Hintergründe

Nutzer von dezentralen, steckerfertigen Solarmodulen im Kleinmaßstab müssen derzeit Sorge tragen, dass es nicht zu einer Rückspeisung ins öffentliche Netz und damit zu einer Verfälschung der Messung des Strombezugs kommt.

Moderne Zähler (Smart Meter, bidirektionale Zähler) können Strombezug und Stromeinspeisung getrennt messen. Außerdem sind Zähler oftmals mit einer Rücklaufhemmung ausgestattet, durch die eine Messung durch sporadisch auftretende Rückspeisungen ebenfalls nicht verfälscht werden kann. Ist kein moderner Zähler installiert, muss der Nutzer hingegen zum Beispiel durch laufende Messung seines Stromverbrauchs und seiner Stromversorgung dafür sorgen, dass es zu keiner Einspeisung kommt. Andernfalls würden Überschüsse mit zeitversetztem Bezug verrechnet. Dieses „Netmetering“ ist im deutschen Energierecht nicht vorgesehen, dadurch entstehen hier große rechtliche Unsicherheiten für den Prosumer.

Zähler der MID Klasse B haben nach DIN EN 50470-1 eine Messtoleranz von $\pm 2\%$. Der durchschnittliche Jahres-Stromverbrauch pro Haushalt entspricht 3100 kWh/a. Erst eine Rückspeisung von 125 kWh/a überschreitet die Messtoleranzen der Zähler. Ein 630 W Stecker-Solar-Gerät liefert ca. 600 kWh/a. Erst unterhalb einer Eigenverbrauchsquote von 80% werden die NetZRückspeisungen messbar.



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

Alternativ: Anzeige nach DIN EN 50438: 2008-08 „inform and fit“

Wir sind aber auch aufgeschlossen für eine Anzeige nach DIN EN 50438:2008-08 „inform and fit“: Die Anzeige beim Netzbetreiber kann durch Betreiber oder Stromanbieter abgesetzt werden (Prosumer-Stromtarif). Eine Rückmeldung durch den Netzbetreiber muss nicht erfolgen, das Absetzen der Meldung reicht aus. Die Anmeldung durch Stromanbieter hat folgende Vorteile:

- Reduktion der Hürden bei der Anmeldung
- professionell gepflegter und aktueller Anlagen-Datenbestand
- Option für pauschalisierte Abführung von vermiedenen Entgelten bei Zählern ohne Rücklaufsperr

Netzbetreiber können Zähler ohne Rücklaufsperr durch saldierende Zähler mit Rücklaufsperr oder Zweirichtungszähler ersetzen. Hier fordern wir: Kosten für den Zählerumbau begrenzen: Sie dürfen die Kosten des durch Zählerrücklauf vermiedenen Strombezugs bis zum nächsten Eichintervall nicht überschreiten.

3. Wir fordern eine rationale Risikowahrnehmung wie in der Schweiz, den Niederlanden und Österreich, um auch hierzulande die Möglichkeit zu bieten, sichere Stecker-Solar-Geräte ohne zusätzlichen Aufwand in Betrieb nehmen zu können

Das einzige Risiko von Stecker-Solar-Geräten entsteht durch das Fehlen einer Bagatellgrenze. Ohne einfache, verbraucherfreundliche Regelungen wird der Wildwuchs in der Grauzone zunehmen. Anbieter werden gefährlich leistungsstarke Geräte anbieten und mit optionalem Schuko-Stecker das Risiko auf den Kunden abwälzen. Unterhalb dieser Grenze besitzen diese Geräte kein höheres Risiko als andere Haushaltsgeräte.

Genauso wie wir Autofahrern zutrauen, ein Tempolimit zu verstehen und einzuhalten, sind auch Mieter durchaus in der Lage zu verstehen, wie viele Solarmodule in ihrem Haushalt installiert werden können.

Nach Einschätzung des Fraunhofer ISE werden Kontaktstellen durch den Einsatz von Stecker-Solar-Geräten entlastet:

Dies spricht sogar für die Einspeisung in Endstromkreise – sofern eine Leitungsüberlastung ausgeschlossen ist – denn dadurch werden Kontakte im Hauptstrompfad etwas entlastet.

Auch wird immer wieder das Risiko eines Stromschlags am Schukostecker der Stecker-Solar-Geräte angeführt. Wechselrichter mit NA-Schutz schließen das aber aus, da schon nach 0,2 Sekunden keine gefährliche Spannung am Stecker anliegt. Bei Staubsaugern wird hingegen die Spannungsfreiheit des Steckers erst nach einer Sekunde gefordert.

Anstatt eine fundierte Sicherheitsbetrachtung durchzuführen, werden immer neue Schreckensszenarien verbreitet, die keiner Prüfung standhalten:

Eine Beeinflussung des Fehlerstromschutzschalters konnte in Versuchen an der HTW Berlin und in Laboren bei der akkreditierten SGS Germany an Stecker-Solar-Modulen und Modulwechselrichtern mit NA-Schutz nicht nachgewiesen werden.

Stecker-Solar-Geräte beeinflussen die Blitzschutzmaßnahmen weniger als Lichterketten im Außenbereich. Das Thema Blitz- und Überspannungsschutz wird auch bei Lichterketten nicht thematisiert, da es sich nicht auf Produktebene lösen lässt.

Somit ist davon auszugehen, dass Stecker-Solar-Geräte mit NA-Schutz zu keinerlei Gefahr für Leib und Leben führen. Ganz im Gegenteil: Jede regenerative Stromerzeugungseinrichtung reduziert die ganz realen Gefahren, die bei atomar/fossiler Stromerzeugung tagtäglich in Kauf genommen werden müssen.

Technische Hintergründe

Der NA-Schutz nach VDE-AR-N 4105 trennt die Stromerzeugungseinrichtung einfehlersicher nach 0,2 Sekunden. Einfehlersicherheit bedeutet in diesem Fall: Zwei in Reihe geschaltete, unabhängig angesteuerte Schaltelemente, beim Ausfall eines Schalters bleibt die Funktion erhalten. Sie erfüllen damit vollständig die Anforderungen der DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):2007-06 Abschn. 18.5 Schutz gegen Restspannung: Bei Steckern muss die Ladung nach dem Herausziehen aus der Steckdose



Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.
International Solar Energy Society, German Section

innerhalb eines Zeitraums von 1 s auf 60 V oder weniger reduziert sein. Erst bei längeren Entladungszeiten müssen die Stecker gegen direkte Berührung mindestens nach IP2X geschützt sein. Ein Wieland RST20i3 Stecker mit Schutzart IP6X ist daher deutlich überdimensioniert.

Ein mit Schuko-Stecker ausgelieferter Wechselrichter darf gemäß Produktnorm keinen RCD Typ A negativ beeinflussen. Jeder Wechselrichter muss der EN 62109-1 & -2 entsprechen. Darin ist gefordert, dass ein RCD Typ A nicht unzulässig beeinflusst wird. Sollte dies möglich sein, muss in der Anleitung auf die Notwendigkeit für einen RCD Typ B hingewiesen werden. Zudem sind Modulwechselrichter typischerweise galvanisch trennend, da ein Trafo benötigt wird, um die Netzspannung nachzubilden zu können.

Eine Beeinflussung des Fehlerstromschutzschalters konnte auch in Versuchen an der HTW Berlin an Photovoltaik-Modulen mit Modulwechselrichter mit Konformität zur VDE-AR-N 4105 und VDE 0126-14 (EN 62109) unter STC-Bedingungen mittels stationären Sonnensimulator nicht nachgewiesen werden. Auch bei Untersuchungen in Laboren bei der akkreditierten SGS Germany wurde keine Beeinflussung der Funktion des Fehlerstromschalters festgestellt und das Risiko der Überlastung als gering eingeschätzt. Zitat aus dem Prüfbericht:

Soweit die Schutzziele die Sicherheit der elektrischen Gebäudeausrüstung im Rahmen der Stromversorgung (Hausstromkreis) mit Blick auf Fehlerstromschutz und Brandgefahren durch Überlastung verfolgen, ist festzustellen, dass unter Einbeziehung des Gleichzeitigkeitsfaktors, die Einspeisung von bis zu 600 Watt / 2,6 A an einem Endstromkreis sicher erfolgen kann.

Das Thema Blitz- und Überspannungsschutz kann nicht (und muss auch nicht) auf Produktebene gelöst werden:

Die erste Frage ist, ob überhaupt ein Blitzschutz vorhanden ist. Falls nicht, kann man davon ausgehen, dass das Gebäude nicht entsprechend gefährdet ist (sonst wäre einer da, durch das Stecker-Solar-Gerät ändert sich nichts). Ist ein Blitzschutz vorhanden, sind Außensteckdosen bei normkonformer Installation mit einem Überspannungsschutz abgesichert. Falls kein Überspannungsschutz vorhanden ist, spielt es keine Rolle, ob ein Stecker-Solar-Gerät oder eine Lichterkette eine Überspannung einkoppelt. (Die Lichterkette hätte in diesem Fall eine ungünstigere Wirkung, da sie eine größere Schleife darstellt.)

Ein Risiko bei der Installation eines Balkonmoduls ist, dass durch die Montage die Abstände zu Ableitungen der Blitzschutzanlage oder zum Regenfallrohr, das i.d.R. darin eingebunden ist, verringert wird. Eine vorher korrekte Installation wird dadurch fehlerhaft. Hersteller sollten auf diesen Sachverhalt in der Montageanleitung hinzuweisen. (Wobei man solche Hinweise nie bei Lichterketten für den Außenbereich findet.)

4. Ein klares Bekenntnis der Netzbetreiber und der Politik zur dezentralen Stromerzeugung und zum Abbau bestehender normativer Hürden für Bürger, die regenerative Stromerzeugungseinrichtungen betreiben (Prosumer)

Die dezentrale Stromerzeugung und die Demokratisierung des Energiesystems sind der Motor der Energiewende. Um diese weiter voranzutreiben, müssen auch die Stadtbewohner für ein nachhaltiges Energiesystem sensibilisiert werden. Nur kritische Konsumenten, die Zugang zu einer zukunftsfähigen Energieversorgung haben, können auch informierte Kaufentscheidungen treffen. Wir fordern daher ein klares Bekenntnis der Netzbetreiber und der Politik zur dezentralen Stromerzeugung in der Stadt und somit ein Bekenntnis zum Abbau bestehender normativer und gesetzlicher Hürden für Prosumer.

Technische Hintergründe

Auch auf Netzebene sind laut Fraunhofer ISE Studie keine negativen Rückwirkungen zu erwarten:

Auf Ebene des Ortsnetztransformators ist nicht mit einer Rückspeisung überschüssiger Erzeugungsmengen aus den Kleinst-PV-Systemen zu rechnen. Kleinst-PV-Systeme sind für den Netzbetrieb ab Mittelspannungsebene aufwärts irrelevant.