Entwicklung einer Produktnorm für Steckersolargeräte

Hermann Laukamp, Fraunhofer ISE; Ralf Haselhuhn, DGS; Dominika Radacki, DKE; Athina Savvidis, DKE, Markus Vietzke, indielux UG; Wolfgang Müller, Solar-Info-Zentrum GmbH; Tobias Schwartz, SolarInvert GmbH; Thomas Seltmann, Verbraucherzentrale NRW für den DIN-Verbraucherrat +BSW
Kontakt: Hermann.Laukamp@ise.fraunhofer.de; Tel. 0761 4588-5275;
www.ise.fraunhofer.de

1. Einführung

Steckersolargeräte – dies ist der Begriff, der in der im Entwurf der Produktnorm verwendet wird - sind kostengünstige kleine Photovoltaiksysteme, die von mehr und mehr Anbietern als Laienfertigprodukt verkauft werden. Sie werden auch mit Begriffen wie Plug-in-Photovoltaik, Balkon-Solarmodule, Photovoltaik-Kleinanlagen oder Balkonkraftwerke bezeichnet. Aufgrund ihrer Handhabung und der geringen Nennleistung zwischen 150 und 600 Watt kann man sie auch als Strom erzeugende Haushaltsgeräte ansehen.
Steckersolargeräte bestehen im einfachsten Fall aus einem PV-Modul, einem daran montierten Wechselrichter und einer am Wechselrichter montierten Anschlussleitung mit Stecker.
Einfache Geräte-Sets sind schon für 300 bis 500 Euro erhältlich. Die günstigen Anschaffungskosten und die vergleichsweise hohen Haushaltsstrompreise lassen die Nachfrage nach den Produkten auch in Deutschland schnell anwachsen. Die Zahl der auf diese Produkte spezialisierten Anbieter ist nach den verfügbaren Marktübersichten bereits auf etwa 150 Unternehmen stark gewachsen. Man muss von einer Größenordnung von 150 000 verkauften Steckersolargeräten in Deutschland ausgehen, trotz der wenig anwenderfreundlichen Randbedingungen [1].
Bild 1 zeigt ein Anwendungsbeispiel an einem Mehrfamilienhaus.

Abbildung 1: Stecker-Solargerät an einem Balkongeländer

Die Idee für diese Anwendung der Photovoltaik stammt bereits aus den 1990er Jahren, als die ersten kleinen, modulnahen Netzeinspeise-Wechselrichter („Modulwechselrichter“) entwickelt wurden – damals noch mit Solarmodulleistungen um 100- 150 Watt und darauf

angepassten Modulwechselrichtern [2]. Speziell in den Niederlanden erlebte diese Technologie einen „Boom“, allein die Firma Mastervolt soll ca. 200 000 Modulwechselrichter verkauft haben [2].
Während es in umliegenden Ländern wie Österreich, Schweiz und früher auch den Niederlanden einfache Regeln für den Einsatz dieser Geräte gibt, werden sie in Deutschland teilweise sehr skeptisch gesehen, bis hin zu abstrakten Warnungen vor „Brandgefahr“ durch diese Geräte [1]. Die Einspeisung in einen Endstromkreis erfordert tatsächlich neue Überlegungen und Maßnahmen, um die elektrische Sicherheit der Gebäudeinstallation nicht zu kompromittieren. Langjährigen Praxiserfahrungen mit einer sechsstelligen Zahl von Geräten in mehreren europäischen Ländern zeigen aber, dass Stecker-Solargeräte keine grundsätzliche Gefahr darstellen [2].
In hohen Stückzahlen sind diese Geräte allerdings systemrelevant für das europäische Stromsystem. Deswegen müssen sie unbedingt die netztechnischen Anforderungen zur Systemstabilität nach VDE-AR-N 4105 erfüllen, um nicht wieder in ein 49,8 Hz Problem zu riskieren.

Um die sichere Anwendung dieser Technik auch in Deutschland zu gewährleisten, wurden in den letzten Jahren bereits einige normative Regelungen geschaffen. So regelt seit 2018 die Vornorm VDE V 0100-551-1 erstmals die Anforderungen an die Installation für eine Einspeisung in Endstromkreise. Die Norm setzt keine starre Grenze, sondern gibt eine Regel an, nach der eine Elektro-Fachkraft ermitteln kann, wie viel Strom risikolos in einen bestimmten Stromkreis eingespeist werden kann. Sie fordert auch die Verwendung einer geeigneten Einspeisesteckverbindung. Die den Netzanschluss von Erzeugungseinheiten regelnde Anwendungsregel VDE-AR-N 4105 enthält mittlerweile ein vereinfachtes Anmeldeverfahren für kleine Erzeuger.
Damit wurden wichtige normative Voraussetzungen für die weitere Etablierung der Stecker-Solargeräte als Strom erzeugende Haushaltsgeräte geschaffen. Diese reichen jedoch nicht aus, um angesichts der rasant zunehmenden Verbreitung der Geräte vermeidbare Gefährdungen, Missverständnisse, Konflikte und Bürokratieaufwand bei Lieferanten, Verbrauchern und Netzbetreibern zu minimieren. Deswegen wurde bei DKE/VDE der Normungsarbeitskreis AK 373.0.4 ins Leben gerufen. Im Auftrag des zuständigen Komitees K 373 soll dieser Arbeitskreis den Entwurf für eine Produktnorm erarbeiten.

Die geplante Produktnorm soll helfen, die Verunsicherung von Netzbetreibern, Installateuren, Normungskomitees, Verbrauchern, Installateuren, und Anbietern solcher Geräte zu vermindern, indem solide, prüfbare Anforderungen an diese Produkte und ihre Eigenschaften festgelegt werden. Diese Anforderungen können dann von einer anerkannten Prüfeinrichtung abgeprüft werden und die Konformität des Produktes und damit die Sicherheit bestätigt werden. Ungenügende Geräte können vom Markt genommen werden.
Wenn das gelingt, sind – so die Hoffnung – auch weitere Vereinfachungen in den anderen betroffenen Regeln wie VDE 0100-551 zu Einspeisung in Endstromkreise und AR 4105 zum Netzanschluss möglich.
Endziel dieses Normungsvorhabens ist eine gemeinsame europäische Norm.

Zur Unterstützung des Normungsprozesses wurde das WIPANO Projekt „SteckerSolar“ [5] initiiert.

2. Strom“spar“potential in Haushalt und Kleingewerbe

Steckersolargeräte können in Haushalten ungefähr so viel Strom liefern, wie zwei Haushaltsgroßgeräte (z. B. Kühlschrank und Waschmaschine) im Jahr verbrauchen. Sie sind deshalb ein strategisch wichtiges Element, um die Akzeptanz und Umsetzung der Energiewende in Deutschland zu unterstützen. Haushalte, die keine eigene Photovoltaikanlage betreiben können, haben damit die Möglichkeit, aktiv an der Energiewende teilzuhaben.

Durch die Eigennutzung des selbst erzeugten Solarstroms, wird der Strombezug aus dem Netz reduziert. Das zu erwartende Einsparpotential beim Strombezug hängt von Nennleistung und Ausrichtung des PV-Moduls, und haushaltsabhängigen Größen wie Stromverbrauch, Geräteausstattung, Verbrauchsgewohnheiten, Personenzahl, Anwesenheitszeiten etc. ab. Zum besseren Verständnis der Einsparmöglichkeiten wird in Bild 2 gezeigt, welche Stromanwendungen in Haushalten im Durchschnitt welchen Anteil am Stromverbrauch haben. Bild 3 zeigt beispielhaft die diesen Verbrauchsanteilen zugrunde liegenden Leistungskurven am Beispiel synthetisch erzeugte Lastprofile [7] zweier Haushaltstypen für jeweils einen Tag.

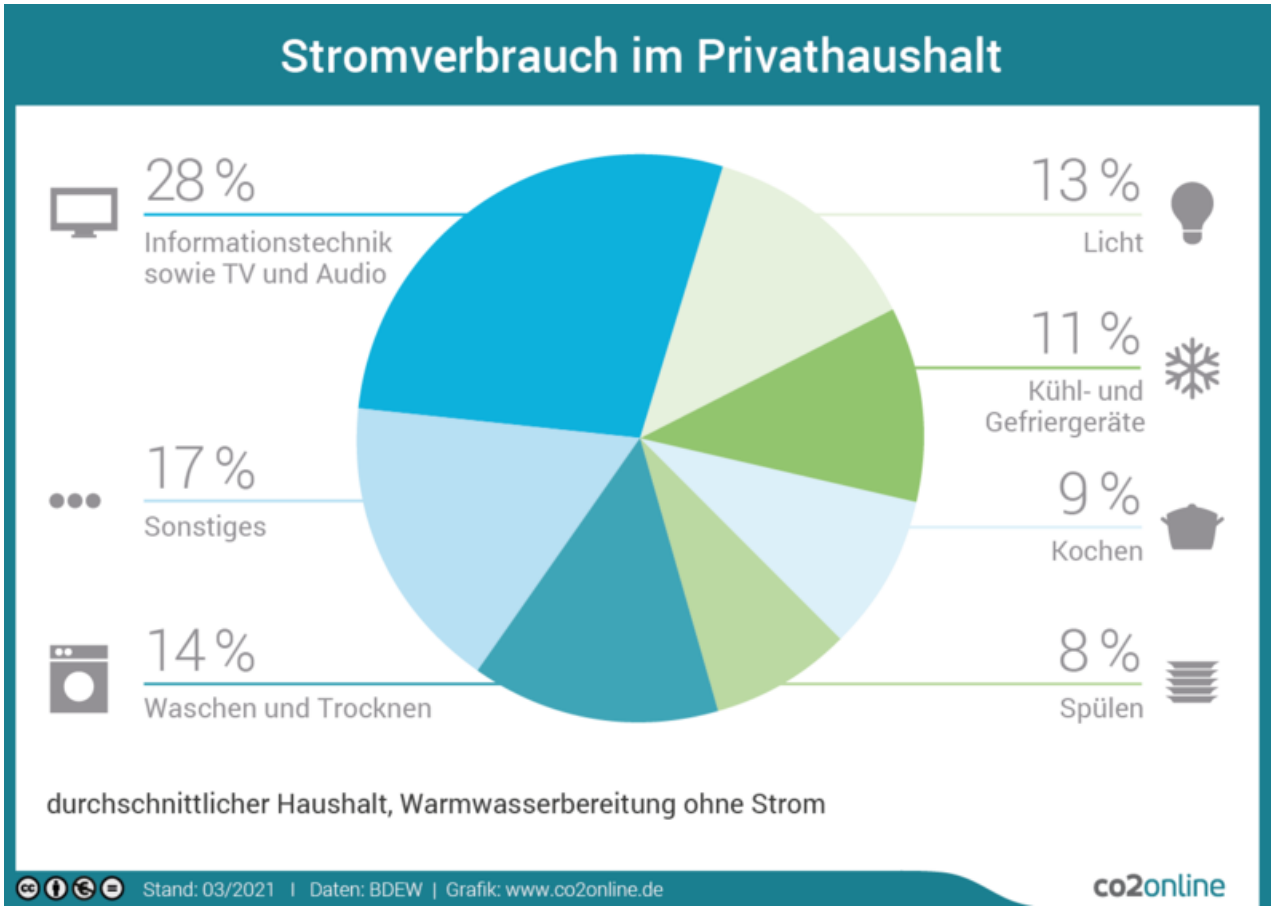

Abbildung 2: Durchschnittliche Anteile verschiedener Anwendungen am Haushaltstromverbrauch [6].

Dabei handelt es sich um einen Haushalt mit einer berufstätigen Person, und einen Haushalt mit 4 Personen mit einer erwachsenen berufstätigen Person. Diese Typen wurden gewählt, um die Unterschiedlichkeit von Haushaltslastprofilen zu veranschaulichen.

In dem Bild ist gut zu sehen, dass die Haushaltslasten durch kurzzeitige, hohe Leistungsspitzen gekennzeichnet sind. Das Steckersolargerät kann davon nur den Teil unterhalb seiner aktuellen Einspeiseleistung versorgen.

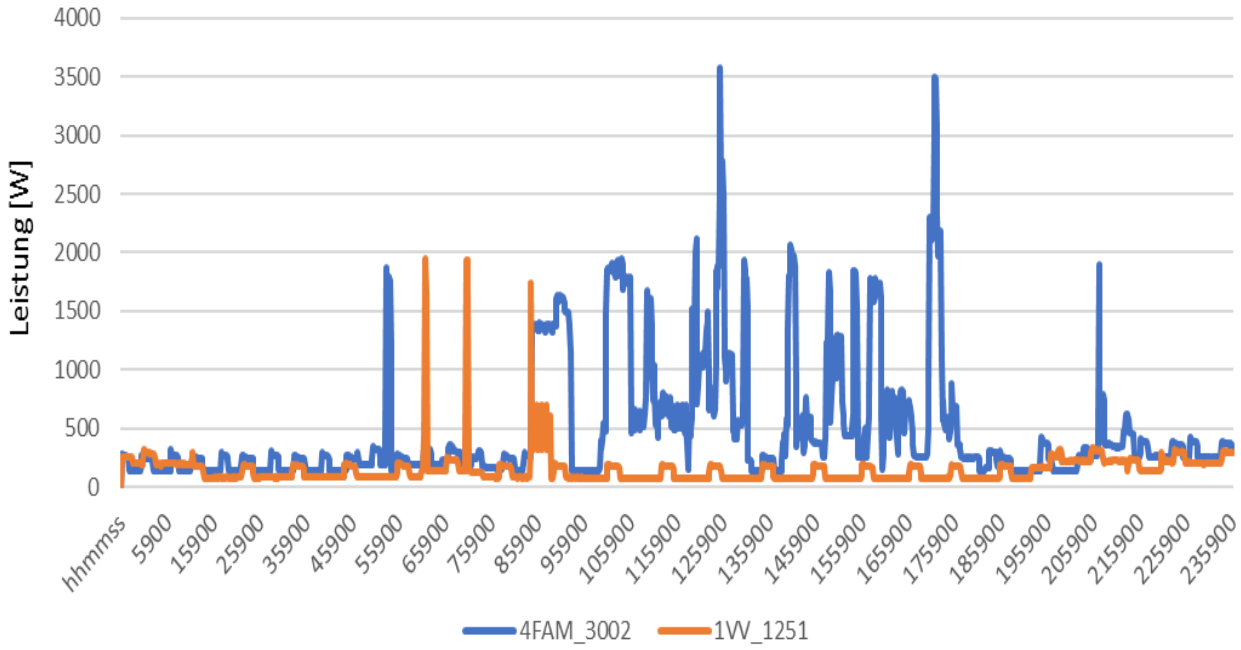

Abbildung 3: beispielhafte Tageslastgänge für eine Einzelperson (orange) und eine Familie (blau). Man erkennt die Leistungsspitzen von Aufheizvorgängen, man erkennt auch das Takten von Kühlgeräten mit Leistungen im Bereich von 100 W, und man kann eine Dauerlast (Grundlast) von einigen 10 W erahnen.

Das Erzeugungsprofil eines Steckersolargerätes selbst für einen sonnigen Tag mit bis zu 250 Watt lässt sich bei der gewählten Skalierung in Bild 3 kaum noch darstellen. Zu berücksichtigen ist ferner, dass dessen Leistung von der Einstrahlung abhängt und deshalb schwankend und meistens deutlich unterhalb der Nennleistung produziert. Der Strom von Steckersolargeräten im Leistungsbereich bis 600 VA Anschlussleistung wird deshalb in den meisten Haushalten weitgehend selbst verbraucht.
Dauerverbraucher mit kleiner Leistung wie Informations- und Unterhaltungstechnik, und mit Einschränkung aufgrund ihres Taktbetriebes auch Kühl-/Gefriergeräte, können zu einem höheren Anteil von Steckersolargeräten gespeist werden als Geräte mit Wärmeanwendung, wo kurzfristig hohe Leistungsspitzen auftreten.

Energetisch und finanziell ebenso sinnvoll sind diese Steckersolargeräte in Kleingewerbe und Büros, wo tagsüber dauerhaft Lasten wie Kühlaggregate, Lüftungen oder IT-Geräte laufen.

Die folgenden Ergebnisse geben beispielhaft Einsparpotentiale für verschiedene Haushaltsgrößen an, die in Deutschland zu erwarten sind. Sie gelten für ein Modellsystem mit 250 Wp Modulleistung und 250 VA Wechselrichternennleistung, das unverschattet senkrecht nach Süden montiert ist. Die Zahlen basieren auf den Untersuchungen [3] und [8].
Um das Einsparpotential zu bestimmen, werden vier Haushalttypen mit spezifischen Verbrauchsmustern genutzt (siehe Tabelle 1). Für ein Gerät mit 250 Wp Modulleistung und

senkrechter Montage mit Südausrichtung kann man für diese Haushaltstypen etwa folgende Erträge erwarten [7].

Tabelle 1: in etwa zu erwartender vermiedener Bezug

Haushaltstyp	Jahresverbrauch in kWh/a	selbstgenutzte Energie [kWh]	vermiedener Bezug [%]
Eine Person, berufstätig	1600	150	9
Zwei Personen, beide im Ruhestand	3000	175	7
Zwei Personen, beide berufstätig	2500	170	7
Vier Personen, Familie mit kleinen Kindern	5000	185	4

Diese Zahlen sind als Orientierungswerte anzusehen. Der reale selbstgenutzte Anteil und entsprechend das Einsparpotential kann deutlich abweichen. Haushalte gleichen Typs können sich im Stromverbrauch je nach Geräteausstattung und Nutzungsverhalten leicht um ±30 % unterscheiden [2].
Abbildung 4 zeigt die Streuung des vermiedenen Bezugs anhand von Modellrechnungen mit statistisch variierten Parametern des Haushaltsverbrauchs für die vier Haushaltstypen nach Tabelle 1. Für jeden Haushaltstyp wurden hundert bezüglich Geräteausstattung und Nutzungsmuster unterschiedlich parametrierte Lastgänge erzeugt und ausgewertet. Außerdem wurde die PV-Modulleistung variiert [2]. Zusätzlich zur Haushaltsvariabilität kann eine ungünstige Ausrichtung den Ertrag um bis zu 50 % vermindern [8].

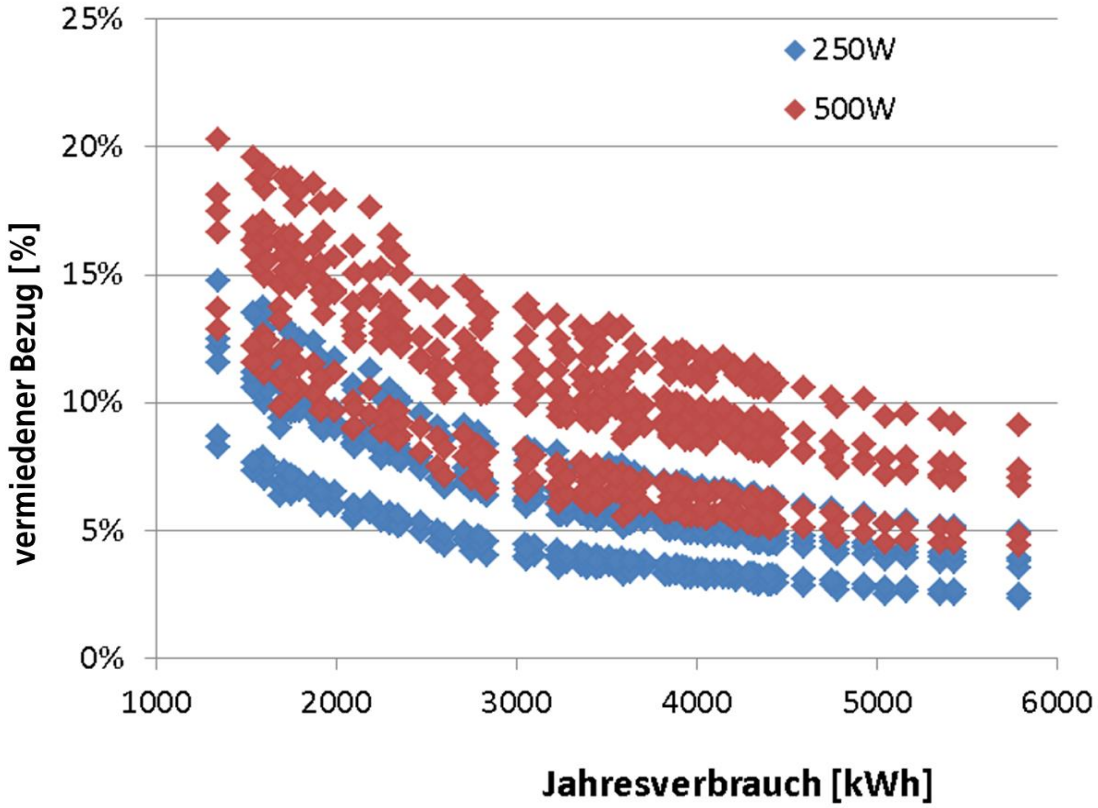

Abbildung 4: Streuung des vermiedenen Bezugs bei Variation von Haushaltstyp, Lastprofil je Haushaltstyp und Modulleistung [3]

3. Energiewirtschaftliches Potenzial

Im Folgenden versuchen wir abzuschätzen, wieviel Stecker-Solargeräte in Deutschland theoretisch aufgestellt werden können. Dabei gehen wir von dem typischen Anwendungsfall der Balkon-Solarmodule aus. Für die Potentialabschätzung werden vereinfachend nur Mehrfamilienhäuser betrachtet, da Einfamilienhäuser, Doppelhaushälften und Reihenhäuser in der Regel über genügend Dachflächen für eine eigene PV-Anlage verfügen. Geräte, die auf Garagen, oder im Garten auf dem Erdboden aufgestellt werden, werden hier nicht betrachtet, obwohl auch sie ein erhebliches Potenzial darstellen.

Wir betrachten den Bestand an Mehrfamilienhäusern (MFH) und großen Wohnkomplexen (GMH) gemäß der in [10] gegebenen Daten für das Referenzjahr 2011. Vereinfachend nehmend wir an, dass MFHs + GMHs der Baualtersklassen bis 1957 vorwiegend dicht beieinander stehen und sich gegenseitig stark verschatten, und die neueren Gebäude dieser Typen größere Abstände haben und sich nur geringfügig beschatten. Die Beschattungssituation geht in den angenommenen nutzbaren Anteil der Wohnungen ein. Mit diesen Annahmen erhält man aus [10] folgende überschlägige Zahlen.

Tabelle 2: geschätzte Anzahl Wohnungen mit nutzbarem Balkon

	Anzahl /1000	**nutzbarer Anteil**	**nutzbare Anzahl/1000**
alte MFHs + GMHs (dicht stehend)	7000	0,1	700
neue MFhs + GMHs (mit Abstand)	14000	0,3	4200
		Summe	**4900**

Wenn man davon ausgeht, dass pro Wohnung ein Stecker-Solargerät mit einem 250 Wp PV-Modul und 250 VA Nennanschlussleistung1 zum Einsatz kommt. Daraus ergibt sich ein theoretisches Potential von etwa 5 Mio. solcher Systeme, mit einer Gesamtleistung von ca. 1,2 GVA.
Diese Zahl korreliert gut mit der für NRW bestimmten Anschlussleistung von 350 MWp bei 18 Mio. Einwohnern [11], die mit einer gänzlich anderen Methodik erarbeitet wurde.
Bei 800 kWh/kWp angenommener Jahresproduktion ist in Deutschland eine jährliche Erzeugung von $960*10^6$ kWh zu erwarten. Bei einem Nettostromverbrauch in Deutschland von etwa $520*10^9$ kWh/a sind das rund 1,8 ‰.
Geht man von einer doppelt so großen durchschnittlichen Nennleistung aus, 500 Wp, erhält man etwa 2 TWh als Jahreserzeugung, was etwa 0,4 % des deutschen Nettostromverbrauchs entspricht.

Einer aktuellen Umfrage bei Anbietern von Steckersolargeräten zufolge wird allerdings nur etwa ein Drittel der Geräte mit Montagesets für Balkone ausgeliefert [1]. Fast die Hälfte der Geräte werde mit Aufständerung verkauft. Daraus lässt sich mutmaßen, dass das Anwendungspotenzial erheblich grösser sein dürfte als zuvor abgeschätzt.

[1] Die Nennanschlussleitung in VA wird hier genannt, weil das die Größe ist, die die Netzanschlussnorm VDE-AR-N-4105 verwendet, und auf die sich daher auch die Produktnorm bezieht.

4. Normentwurf

Für die Erarbeitung des Normentwurfs wurde vor etwa fünf Jahren innerhalb des für Photovoltaik bei der „Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE“ (DKE) zuständigen Komitees DKE/K 373 der Arbeitskreis DKE/AK 373.04 „Steckerfertige PV-Systeme“ gegründet.
Ziel des Normungsvorhaben ist eine sogenannte „Vornorm“. Diese kann mit weniger Aufwand als eine „richtige“ Norm erarbeitet werden. Dafür hat sie eine zeitlich begrenzte Gültigkeit. Sie hat aber ein öffentliches Beratungsverfahren durchlaufen, gilt damit als anerkannte Regel der Technik, und kann als Prüfgrundlage verwendet werden.

In einen Workshop „Steckerfertige Erzeugungseinrichtungen Mini-PV/Plug-in PV [12] wurden unter anderem folgende Anforderungen und Wünsche an notwendige Inhalte einer Produktnorm erarbeitet. Die wichtigsten sind:

- Schutz gegen elektrischen Schlag
- Mindestens Einfehlersicherheit bei diesem Schutz muss gegeben sein
- Keine Beeinflussung vorhandener Schutzvorrichtungen und der Installation (Keine DC-Fehlerströme über 6 mA)
- EMV-Kompatibilität
- Leistungsbegrenzung (ca. 600 W Nennausgangsleistung WR)
- Erfüllung von Netzanforderungen, inklusive Verhinderung von Inselnetzbildung
- Laienbedienbarkeit
- Präzise Dokumentation mit Warnhinweisen, Gebrauchsanleitung
- Ältere elektrische Anlagen sind vorab durch Elektrofachkraft zu überprüfen
- Reduzierung der Überstromschutzeinrichtung auf z. B. 10 A durch Elektrofachkraft
- Verhindern von Mehrfachsteckerlösungen

Der überwiegende Teil dieser Anforderungen lässt sich gut in einer Produktnorm abbilden. Die letzten drei Punkte allerdings betreffen die Installation, bzw. Vorbereitungen des Anschlusses. Sie können nur als Anforderungen an den Inhalt der Produktdokumentation aufgenommen werden.

Die Arbeiten am Entwurf kamen wegen der komplexen Anforderungen an die Geräte, die bis zum Baurecht reichen, wegen teilweise knapper Ressourcen und fehlender Normungserfahrung der meist kleinen Anbieter und der auch im Gremium teilweise kontroversen Standpunkte nur langsam voran. Abbildung 5 zeigt das weite normative Umfeld, der Anwendung von Steckersolargeräten.

4.1 Ergebnisse

Die geplante Produktnorm kann sich auf eine Reihe von anderen (Produkt-)Normen stützen. Die folgende Tabelle 3 führt das aus.
Ein wesentlicher Unterschied zu PV-Anlagen, die nach DIN VDE 0100-712 errichtet werden, liegt darin, dass keine Fachleute am Werke sind, sondern die Anbieter ein laientaugliches Gerät auf den Markt bringen. Entsprechend müssen die verwendeten Komponenten sicher sein, und es muss die Gebrauchsanleitung „narrensicher“ sein und alle wesentlichen

Anforderungen zu Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung usw. enthalten. Der Inhalt der Bedienungsanleitung ist daher ein wichtiges Kriterium für eine Konformitätsprüfung.

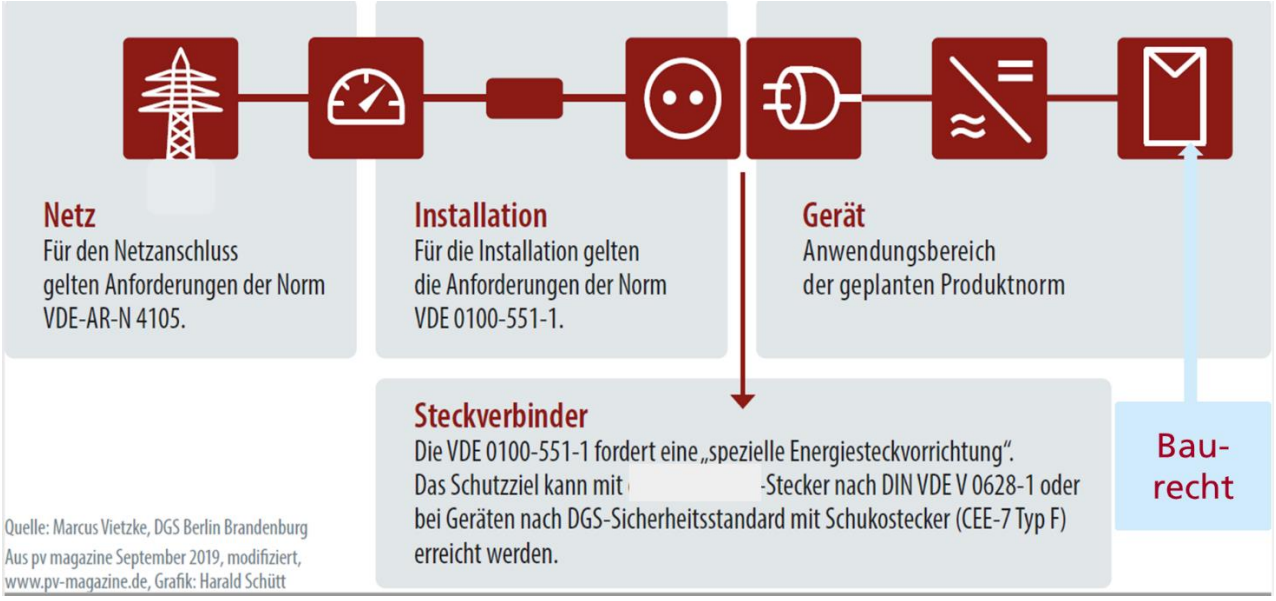

Abbildung 5: Das normative Umfeld der geplanten Produktnorm ist komplex und mit Baurecht, Installationsregeln und Netzanschlussregeln verknüpft ((Quelle: Markus Vietzke/ DGS Berlin-Brandenburg/PV-Magazine/ Harald Schütt))

Tabelle 3: Die wichtigsten vorhandenen Normen mit Relevanz für die Produktnorm

Komponente	Norm und ihr Thema
PV Module	IEC 61215; Designqualifikation und Typprüfung DIN EN 61730-1, Anforderungen an den Aufbau von (PV)-Modulen DIN EN 61730-2, Anforderungen an die Prüfung von (PV)-Modulen
Wechselrichter	DIN EN 62109-1, Sicherheitsanforderungen an PV-Stromrichter DIN EN 62109-2, Besondere Anforderungen an Wechselrichter DIN EN 62109-3, Sicherheit von Stromrichtern - Anforderungen für elektronische Einrichtungen in Kombination mit Photovoltaik-Elementen VDE-AR-N 4105, Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz DIN VDE V 0124-100, Prüfung der Anforderungen der VDE-AR-N 4105
Steckverbinder	DIN EN 62852, Gleichspannungs- Steckverbinder für PV-Systeme VDE V 0628-1, AC Energiesteckvorrichtung
Leitungen	DIN IEC 62930 und DIN EN 50618, Leitungen für Photovoltaik Systeme
Hausinstallation	DIN VDE V 0100-551 zu Einspeisung in Endstromkreise
Gesamtgerät	DIN EN 60335-1, Sicherheitsanforderungen an Haushaltsgeräte

4.2 Aktueller Stand des Entwurfs

Es gibt seit Ende 2021 einen Entwurf, der ein DKE internes Kommentierungsverfahren mit Beteiligung der Fachkreise durchlaufen hat. In diesem Verfahren gab es viele gute Verbesserungsvorschläge, aber auch weiterhin grundsätzliche Kritik an der Verwendung eines Haushaltssteckers (Schuko® Stecker).

So schreibt der Gesamtverband der Versicherungswirtschaft (GdV):
„Wir meinen, dass eine Elektrofachkraft notwendig ist, um zu klären, ob die Elektroinstallation … für den Betrieb eines Steckersolargeräts geeignet ist."
Er fordert einen Anschluss mit Steckverbindung nach VDE V 0628-1 (isolierter Spezial-Stecker). Über den Austausch der Steckdose, der nur von einer Elektrofachkraft durchgeführt werden darf, möchte der GdV die Prüfung des Stromkreises indirekt vorzugeben.
Auch der FNN (Forum Netztechnik/Netzbetrieb, kritisiert den Ansatz, eine Haushaltssteckdose zur Einspeisung zu benutzen: „Steckvorrichtungen nach VDE 0620-1 sind ausdrücklich nicht für Anwendungen, die Energie in das Netz zurückspeisen (siehe Anwendungsbereich VDE 0620-1)."
GdV und der Normungsarbeitskreis AK 221.5.2 fordern auch: „Punkt 2 *(d.h. Schuko-Steckdose)* ersatzlos streichen. Begründung: Rahmen durch VDE V 0100-551 vorgegeben."

Die genannten Bedenken konnten auch in mehrfachen Gesprächen nicht ausgeräumt werden.

Diese Bedenken beziehen sich auf folgende Formulierung im ursprünglichen Entwurf.

… Eine Energiesteckvorrichtung gemäß DIN VDE V 0100-551-1:2018-05 muss insbesondere die folgenden Schutzziele erfüllen:

- *Schutz vor elektrischem Schlag (Berührungsschutz)*
- *Schutz vor unzulässigen Netzrückwirkungen (Vertauschen der Anschlussbelegung)*

Diese Schutzziele können erreicht werden durch:

a) Die Verwendung einer speziellen Energiesteckvorrichtung (z. B. gemäß VDE V 0628-1), oder

…..

b) Die Verwendung einer Steckvorrichtung gemäß VDE 0620-1, wenn folgende Anforderungen alle erfüllt sind:

a. *Das Gerät besitzt eine feste Leistungsbegrenzung der AC-Scheinleistung auf 600 VA*
b. *Die an den Steckerkontakten berührbare Spannung darf einen Wert von 34 V (DIN EN 60335-1) nicht überschreiten. Dies kann erreicht werden durch:*
   i. *Reduzierung der Spannung an den Kontakten innerhalb von maximal 200 ms nach Trennung von der Installation oder*

   …

   ii. *Abdeckung der Steckkontakte mit mindestens IP 2X in nicht gestecktem Zustand. oder*

   iii. *Vorauseilende Abschaltung auf der Erzeugerseite oder eines integrierten Sicherheitsschalters.*
c. *Verwendung eines verpolungssicheren Wechselrichters.*
d. *Maximal ein Gerät pro Anschlussnutzeranlage angeschlossen wird. ….*

Bei den Beratungen in K 373 wurde daraufhin entschieden, den Entwurf zu modifizieren und den Teil, der die Verwendung des Haushaltssteckers beschreibt, in den Anhang zu verschieben. Damit steht er für das öffentliche Kommentarverfahren weiterhin zur Verfügung.
Zum öffentlichen Kommentarverfahren wird der Normentwurf noch durch einen informativen Anhang ergänzt werden, in dem die wesentlichen Festlegungen erläutert werden. Darin werden auch aktuelle Untersuchungsergebnisse der DGS zum Gefährdungspotenzial von Elektroinstallationen [13] eingearbeitet.

4.3 Ausblick

Der aktualisierte Normentwurf wird voraussichtlich im 4.en Quartal 2022 zur öffentlichen Beratung publiziert. Nach Bearbeitung der Kommentare und entsprechender Überarbeitung des Entwurfs sollte die Vornorm dann im Frühjahr 2023 veröffentlicht werden.

Das Projektteam bittet alle Interessierten um rege Beteiligung am Kommentierungsverfahren, um alle Verbesserungspotenziale zu nutzen.

Zwei wesentlich Umfeld-Normen werden aktuell überarbeitet, die VDE V 0100-551 und AR N 4105. Es ist zu hoffen, dass bei dieser Überarbeitung sachgemäße Vereinfachungen für die Gerätekategorie „Steckersolargerät“ eingearbeitet werden können.
Für die VDE V 0100-551 wünschen wir uns die Übernahme der oben vorgestellten Formulierung zum Haushaltsstecker, und für die VDE-AR-N-4105 Vereinfachungen, die den Gerätestatus anerkennen und die Anforderungen an diese Geräte auf die für die Systemsicherheit wichtigen beschränken.
Ein entsprechenden Formulierungsvorschlag wurde mit der Bitte um Fürsprache über den BSW an die FNN Projektgruppe gesandt.

5. Referenzen

[1] Joseph Bergner, Rosa Hoelger, Barbara Praetorius; Der Markt für Steckersolargeräte 2022, Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin, Berlin 2022

[2] H. Oldenkamp, I.J. de Jong, AC modules: past, present and future, Workshop Installing the solar solution, January 1998, Hatfield, UK

[3] Erge, T; et al. Steckerfertige, Netzgekoppelte Kleinst-PV-Anlagen - Studie Für E-Control Austria; 2016; https://www.e-control.at/documents/1785851/1811582/E-Control-Studie-KleinstPV.pdf (abgerufen am 3.5.2022)

[4] Unterkomitee DKE UK221.1, Gefahren durch Einspeisung in Endstromkreise von Kundenanlagen durch steckerfertige Erzeugungsanlagen, https://www.dke.de/de/news/2013/gefahren-durch-einspeisung-in-endstromkreise, abgerufen am 3.2.2021

[5] https://www.dke.de/de/arbeitsfelder/energy/steckersolar

[6] https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/strom-sparen-stromspartipps/stromverbrauch-im-haushalt/ (abgerufen am 4.5.2022)

[7] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, „synPro,“ https://synpro-lastprofile.de/ (abgerufen am 3.2.2022)

[8] Max Heißwolf, et. al. ;Erzeugungsprofile, Lastprofile und betriebswirtschaftliche Analyse kleiner PV-Systeme zur direkten Deckung des Eigenverbrauchs; Hochschule Rosenheim, 2017;

www.pvplug.de/wp-content/uploads/2017/03/2017-02-03_Lgf_SolarRebell_MHeisswolf.pdf (abgerufen am 3.6.2022)

[9] Untersuchung der Beeinflussung der Schutzkonzepte von Stromkreisen durch Stecker-Solar-Geräte, PI-Report-Number 20170520, Photovoltaik Institut, Berlin, 2017, https://www.pvplug.de/pi-berlin/

[10] Tobias Loga, et. al. ; Deutsche Wohngebäudetopologie, IWU, Institut Wohnen und Umwelt, 2015

[11] Astrid Aretz, et. al. ; Prosumer-Potenziale in NRW 2030 - Studie für die Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, Berlin, Juni 2017,

[12] DKE Workshop „Steckerfertige Erzeugungseinrichtungen Mini-PV/ Plug-in PV“, 21.11.2016; DKE Rundschreiben 221_2016-0250

[13] Ralf Haselhuhn, Mythos und Wahrheit Steckersolargeräte – Wie gefährlich sind sie wirklich, 37. PV Symposium, Freiburg, 2022

Danksagung

Dem Bundesministerium BMWi/BMWK für die Förderung im Rahmen des Wipano Programms