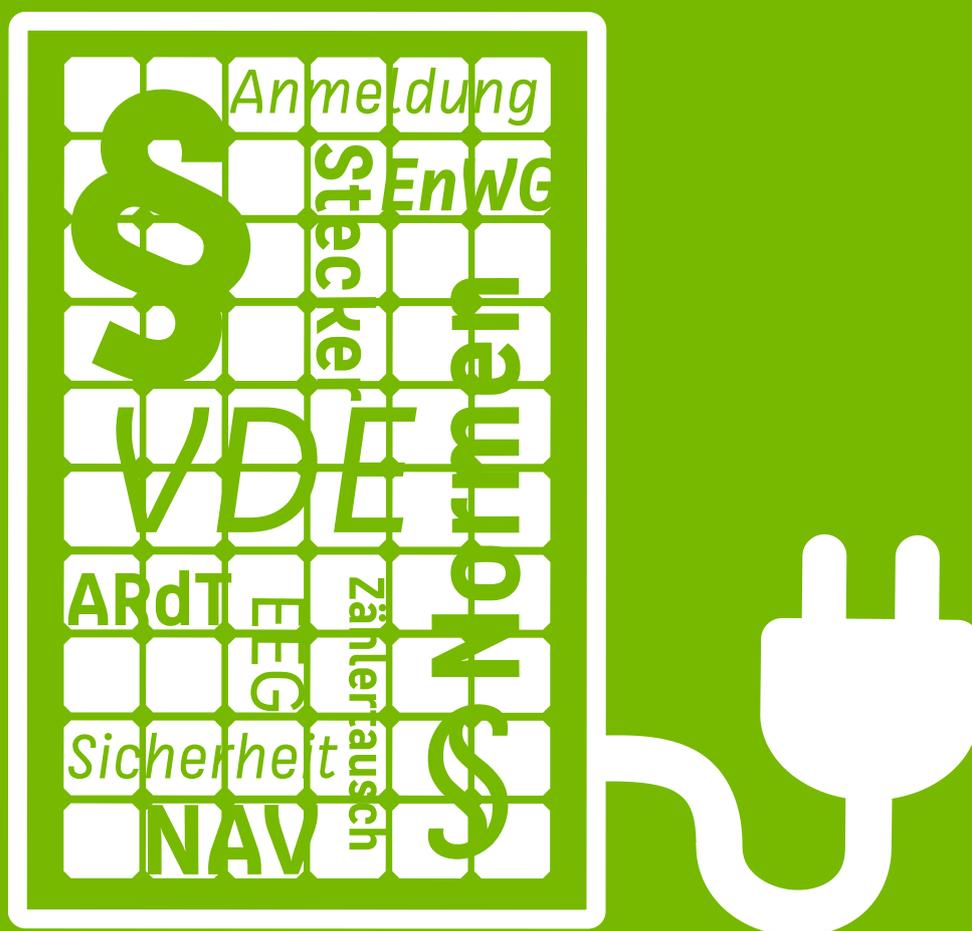


Nutzungsmodelle, technische und rechtliche Rahmenbedingungen für Steckersolarsysteme



PV.Plug-in Tools - Digitale Werkzeuge für Plug-in Solarenergiesysteme
Arbeitspaket 3: Innovationstheoretische Analyse

Technisches Arbeitspapier (TAP) 1

STUDIE

Nutzungsmodelle, technische und rechtliche Rahmenbedingungen für Steckersolarsysteme

AUTOR:INNEN – HTW BERLIN

Rosa Hoelger

Prof. Dr. Barbara Praetorius

Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin
Fachbereich 3 – Wirtschaftswissenschaften
Forschungsgruppe Energie, Innovation und Umwelt
10313 Berlin

VERSION

Version 1.3 (Mai 2022)

WEBSEITE

<https://solar.htw-berlin.de/publikationen/rahmenbedingungen-fuer-steckersolarsysteme/>

DOI: 10.13140/RG.2.2.29891.53289/1

FÖRDERHINWEIS

Die Studie wurde finanziert durch das Institut für angewandte Forschung (IFAF) Berlin.



Version 1.2

DOI: 10.13140/RG.2.2.29891.53289/1

Berlin, 28. September 2021

Version 1.3

(Deckblatt angepasst)

Berlin, 31. Mai 2022

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	2
1.1	Kurzbeschreibung des Projekts.....	2
1.2	Zielsetzung und Vorgehensweise.....	3
2	TECHNISCHE NUTZUNGSMODELLE.....	4
2.1	Überblick	4
2.1.1	Einspeisung, EEG-Förderung und Speicher.....	4
2.1.2	Art der Steckvorrichtung.....	5
2.1.3	Modulanzahl / Leistungsklasse.....	6
2.1.4	Ort der Anbringung	6
2.2	Nutzungsmodelle: Technische Vertiefungen.....	7
2.2.1	Stromzähler, Herstellung der Null-Einspeisung und ready2plugin.....	7
2.2.2	Sicherheitstechnische Eigenschaften des Schuko-Steckers und Wieland RST20i3	9
2.2.3	Anbringungsort: Technische Faktoren des Ertrags und der Wirtschaftlichkeit.....	10
2.3	Zwischenfazit: Praxisrelevanz der Nutzungsmodelle	11
3	RECHTLICHER RAHMEN FÜR STECKERSOLARSYSTEME	12
3.1	Übersicht der Regelungen entlang des Installationsprozesses.....	12
3.2	Gesetze und Verordnungen	13
3.3	Normen	16
3.4	Sicherheitsstandard und kommende Produktnorm	18
3.5	Zwischenfazit: Unklarheiten und geringe Durchsetzungskraft von Gesetzen und Normen	
	19	
4	ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT	24
5	QUELLENVERZEICHNIS	25

Verzeichnisse

Übersichten

Übersicht 1: Installationsprozess nach aktuellem Stand der Rechte und Normen	13
Übersicht 2: Für Steckersolarsysteme generell relevante Gesetze und Verordnungen	14
Übersicht 3: Rechtsrahmen für rückwärts laufende Zähler.....	16
Übersicht 4: Normen.....	17

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eigenschaften möglicher Nutzungsmodelle für Steckersolarsysteme.....	4
---	---

1 Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Projekts

In der Bevölkerung besteht großes Interesse an Steckersolarsystemen, also kleinen Photovoltaiksystemen, die im Unterschied zu größeren Photovoltaikanlagen wie ein Verbrauchsggerät an Endstromkreise angeschlossen werden (so genanntes Plug-In). Sinkende Herstellungspreise von Solarmodulen und Batterien sowie zunehmende Möglichkeiten der Sektorenkopplung machen die Systeme allmählich auch wirtschaftlich interessanter.

Voraussetzung ist jedoch eine geeignete Systemdimensionierung, da die gesamte Energie im Haushalt, an den das Gerät angeschlossen ist, genutzt werden sollte. Im Forschungsprojekt *PV.Plug-in Tools*, in dessen Rahmen das vorliegende Arbeitspapier entstanden ist, werden Werkzeuge für die automatische Systemdimensionierung entwickelt. Diese werden auf das *ready2plugin* Energiemanagementsystem angewendet, das den normkonformen Anschluss von Photovoltaiksystemen (PV-Systemen) und Energiespeichern an Steckdosen ermöglicht. Zusätzlich erlaubt das *ready2plugin* Energiemanagementsystem den bürokratiearmen Einbau von Stromerzeugungssystemen auch durch Mieter und verspricht daher viele neue Anwendungsfelder. Welche dies genau sein können und wie eine automatisierte Dimensionierungsempfehlungen generiert werden kann, soll im Rahmen des IFAF-geförderten Forschungsprojektes *PV.Plug-in Tools* ermittelt werden.¹

Die Entwicklung von automatisierten Dimensionierungsempfehlungen erfolgt im ersten Schritt auf Basis einer Simulation des Systems. Ziel dieses Arbeitspaketes, das unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Volker Quaschnig (HTW Berlin) bearbeitet wird, ist die Entwicklung einer Web-App, welche sowohl als Planungstool zu Vertriebs- und Beratungszwecken dienen, als auch für die Weiterentwicklung der Hard- und Software genutzt werden kann. Darüber hinaus ermöglicht die Web-App eine transparente Möglichkeit zur Kommunikation wissenschaftlicher Erkenntnisse an eine breite Öffentlichkeit von Techniker*innen, Nutzer*innen und weiteren Interessierten.

In einem zweiten Schritt wird unter der Leitung von Prof. Dr. Sven Hendrik Voß (Beuth Hochschule) erforscht, wie auf einem *Embedded Controller* ein prognosebasiertes, modelprädictives Energiemanagementsystem implementiert werden kann. Mit ihm lassen sich Abregelungsverluste minimieren, die Einsatzreihenfolgen der eingesetzten *Smart Devices* festlegen und simulativ austesten. Das Energiemanagement soll hierbei flexibel genug gestaltet sein, um als Plattform weitere Apps im *Smart Home* zu ermöglichen.

Im Rahmen eines dritten Arbeitspakets wird projektbegleitend eine innovationstheoretische sowie sozio-ökonomische Analyse der Diffusion von Steckersolarsystemen durchgeführt. Das Arbeitspaket befasst sich dazu mit den Bedingungen einer erfolgreichen Marktdurchdringung

¹ Für weiterführende Informationen: IFAF Berlin (2021).

von Steckersolarsystemen sowie mit den Hemmnissen und deren Überwindung. Die Analyse stützt sich theoretisch-konzeptionell auf die *Technological Innovation Systems*-Forschung und vergleichbare interdisziplinäre Ansätze. Die entwickelten Thesen sollen mit einer Erhebung und individuellen Befragungen von möglichen und tatsächlichen Nutzern von Plug-in Solarmodulen validiert werden. Die Ergebnisse der Befragung können zugleich in die Entwicklung des Web-Tools einfließen.

1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise

Dieses Arbeitspapier sowie weitere Vorarbeiten bilden die empirische Grundlage für eine innovationstheoretische Analyse zu Steckersolarsystemen, also kleinsten stromerzeugenden Solaranlagen, die per Steckdose den Strom direkt im Haushalt nutzbar machen. Ziel der sozio-ökonomischen Innovationsanalyse ist es, die Bedingungen der erfolgreichen Marktdurchdringung von Steckersolarsystemen zu analysieren. Dazu wird in diesem technischen Arbeitspapier (TAP1) nachfolgend zunächst eine Bestandsaufnahme (Dokumentation) möglicher Nutzungsmodelle, der technischen Bedingungen sowie der rechtlichen Rahmenbedingungen vorgenommen. In einem weiteren Arbeitspapier (TAP2) sollen eine Marktanalyse erstellt sowie Hemmnissen und Chancen ermittelt werden. Auf der Basis wird eine Umfrage unter potentiellen und tatsächlichen Nutzern entwickelt sowie durchgeführt, um die zuvor ermittelten Thesen zu überprüfen.

Um die rechtlichen und technischen Bedingungen sowie mögliche Nutzungsmodelle zu ermitteln, wurde eine Internet-Recherche vorgenommen, wobei sich herausstellte, dass das Thema wissenschaftlich bislang nur vereinzelt untersucht wurde.² Außerdem wurde eine Reihe von fachlichen Interviews mit Experten aus dem Kreis der Hersteller, Anwender*innen und Interessenvertreter*innen von Steckersolarsystemen durchgeführt, um die wesentlichen Aspekte zu erfassen. Diese wurden anschließend nachrecherchiert und strukturiert aufbereitet.³

² Dazu beispielhaft Burckhardt/Pehnt (2017).

³ Ein großer Dank geht an dieser Stelle an Thomas Seltmann (Verbraucherzentrale NRW) und Marcus Vietzke (Indielux GmbH) für die fachliche Expertise und die Hinweise zu einer früheren Version dieses technischen Arbeitspapiers.

2 Technische Nutzungsmodelle

2.1 Überblick

In diesem Abschnitt werden kurz die Nutzungsmodelle skizziert, die in der deutschen Praxis von Steckersolarsystemen denkbar sind. Unter dem Begriff der Nutzungsmodelle soll zusammengefasst werden, in welchen Punkten und mit welchen Optionen Nutzer*innen Entscheidungen treffen können. Aus der Kombination der Ergebnisse ergeben sich mögliche Nutzungsmodelle, welche in der Praxis unterschiedlich relevant sind.

Bei der Anwendung von Steckersolarsystemen in Deutschland kann die Nutzung in einigen Punkten variieren, die in Abbildung 1 zusammengefasst sind und nachfolgend erläutert werden.

Art der Einspeisung	<ul style="list-style-type: none">• Überschuss-Einspeisung mit / ohne EEG-Förderung• Null-Einspeisung mit / ohne Energiemanagementsystem / Speicher
Art der Steckvorrichtung	<ul style="list-style-type: none">• Schutzkontakt-Stecker Typ F (Schuko-Stecker) mit / ohne speziellen Wechselrichter• DIN VDE V 0628-1 (Wieland-Stecker)
Modulanzahl / Leistungsklasse	<ul style="list-style-type: none">• 1 Modul (< 400 Watt)• 2 Module (400 - 700 Watt)• 3 oder mehr Module (>700 Watt)
Ort/Art der Anbringung	<ul style="list-style-type: none">• z. B. (Flach-) Dach, Balkonbrüstung, Terasse, Fassade, Garten

Abbildung 1: Eigenschaften möglicher Nutzungsmodelle für Steckersolarsysteme

Quelle: Eigene Zusammenstellung

2.1.1 Einspeisung, EEG-Förderung und Speicher

Steckersolarmodule sind eine Möglichkeit der partiellen Eigenversorgung mit Strom. Es liegt somit in der Natur der Sache, dass Einspeisung ins Netz nicht im Zentrum der Anwendung steht.

Es kann jedoch zu **Überschuss-Einspeisungen** ins Netz kommen, wenn die Produktion von Strom den zeitgleichen Verbrauch übersteigt und der Überschuss nicht in Speichern aufgefangen wird. In das Stromnetz fließen einer Studie zufolge drei bis 29 Prozent des produzierten

Stroms, wobei dies stark abhängig ist vom häuslichen Grundverbrauch, dem Neigungswinkel, der Anlagengröße und den ergriffenen Maßnahmen zum Energiemanagement.⁴ Die Verbraucherzentrale NRW nennt in einer Beispielrechnung einen Wert von etwa 25 Prozent.⁵

Bei Überschuss-Einspeisung ist es möglich, eine **EEG-Förderung** für die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien in Anspruch zu nehmen. Die Verbraucherzentrale NRW erläutert dazu die finanzielle Relevanz: „Wenn das Stecker-Solargerät beispielsweise jährlich 400 Kilowattstunden Strom erzeugt und davon 100 Kilowattstunden ins Netz fließen, stehen Ihnen etwa 9 Euro Einspeisevergütung zu. In 20 Jahren sind das knapp 180 Euro.“⁶

Alternativ zur Überschuss-Einspeisung könnten Nutzer*innen – wenn auch eher theoretisch – durch entsprechende technische Maßnahmen eine **Null-Einspeisung** herstellen. Beispielsweise können Energiemanagementsysteme eingesetzt werden, welche den Wechselrichter entsprechend steuern. In Verbindung mit Speichern können Energiemanagementsysteme steuern, wann die Überschüsse aufgenommen und zu welchem Zeitpunkt sie wieder abgeben werden sollen.

2.1.2 Art der Steckvorrichtung

Für den Anschluss des Steckersolarsystems an den Stromkreis des Haushaltes gibt es zwei mögliche, technisch etablierte Steckvorrichtungen. Zum einen ist die Nutzung der haushaltsüblichen **Schuko-Stecker (Typ F)** möglich. Der Schuko- oder Schutzkontakt-Stecker (Typ F) ist der Standard von Haushalts-Steckdosen in Deutschland und weiteren Ländern wie beispielsweise Österreich. Hier ist auf bestimmte Sicherheitsvorkehrungen zu achten, wie beispielsweise die Nutzung des Schuko-Steckers in Verbindung mit einem Wechselrichter, welcher die Spannungsfreiheit der Steckerkontakte gewährleistet.

Nutzer*innen können sich alternativ für die Installation einer **Wieland RST20i3**-Steckvorrichtung entscheiden, welche eine spezielle Einspeise-Steckvorrichtung mit sicherheitsspezifischen Eigenschaften ist. Auf die sicherheitstechnischen Eigenschaften der möglichen Steckvorrichtungen wird in Abschnitt 2.2 *Nutzungsmodelle: Technische Vertiefung* näher eingegangen.

In der Anschaffung liegen die Steckvorrichtungen auf einem vergleichbaren preislichen Niveau. Da ein Wieland-Stecker jedoch im Normalfall erst beschafft und von einer Fachkraft installiert werden muss, ist die Nutzung einer vorhandenen Schuko-Steckdose zur Einspeisung oft günstiger und mit geringerem Aufwand verbunden.

⁴ Vgl. DGS/Hochschule Rosenheim (2017) S. 1.

⁵ Vgl. Verbraucherzentrale NRW (2020).

⁶ Verbraucherzentrale NRW (2020).

2.1.3 Modulanzahl / Leistungsklasse

Die mögliche Leistung pro Modul hat im Laufe der letzten Jahre leicht zugenommen; während früher eher Module mit Leistungen von bis zu 200 Watt verfügbar waren, liegen die Höchstleistungen eines Steckersolar-Moduls derzeit bei bis zu 350 Watt.

Bei Steckersolarsystemen wird normalerweise von Systemen mit ein bis zwei Modulen ausgegangen. Dies liegt an Normen zur technischen Sicherheit, welche bezüglich der Wechselrichter-Nennleistung ein Maximum von 600 Watt vorschreiben (vgl. Kapitel 3.3). Der Wechselrichter regelt im Aspekt der Leistung, dass nicht mehr als 600 Watt zu einem Zeitpunkt in das Hausnetz fließen können.

Wenn zwei leistungsstarke Module oder mehr als zwei Module mit einem 600 Watt-Wechselrichter verknüpft werden, übersteigt die Leistung der Module die des Wechselrichters. In diesem Fall wird von einer „Überbauung“ des Wechselrichters gesprochen. Eine Überbauung wird beispielsweise dann sinnvoll, wenn die Module zu unterschiedlichen Himmelsrichtungen ausgerichtet sind und zu unterschiedlichen Tageszeiten Strom erzeugen können.

2.1.4 Ort der Anbringung

Die überschaubare Größe von Steckersolarsystemen mit üblicherweise ein bis zwei Modulen eröffnet eine Vielzahl an Installationsmöglichkeiten und -orten. Anbringungsorte können sein:

- Senkrechte Hauswände
- Terrassen- oder Balkonbrüstungen
- Schrägdächer unterschiedlicher Eindeckung
- Mit Aufständigung auf Flachdächern, (Dach-)Terrassen oder im Garten.

Auch bieten Anbieter integrierte Module an, in denen diese beispielsweise als Fläche eines Gartentischs dienen.⁷

⁷ Vgl. Indielux (o.J.).

2.2 Nutzungsmodelle: Technische Vertiefungen

2.2.1 Stromzähler, Herstellung der Null-Einspeisung und ready2plugin

Technische Anforderung an den Stromzähler

Eine spezifisch bei **Überschuss-Einspeisungen** auftretende rechtliche und technische Thematik ist das **Rückwärtslaufen herkömmlicher Ferraris-Stromzähler**. Bei solchen Stromzählern ohne Rücklaufsperrung kann sich der Zähler bei Einspeisung ins Netz rückwärts drehen. In den Niederlanden ist dies unter dem Begriff „Net Metering“ (Nettomessung) eine anerkannte Abrechnungs- und Zahlungsmethode des Stroms.⁸ In Deutschland wird ein Rückwärtslaufen von Stromzählern jedoch teilweise als Fälschung der Messung der bezogenen und zu bezahlenden Strommenge interpretiert und ist rechtlich nicht endgültig geklärt. Um dieser rechtlichen Problematik aus dem Weg zu gehen, ist der Stromzähler zu prüfen und gegebenenfalls vom Messstellenbetreiber (oftmals ist dies der Netzbetreiber) auszutauschen. Hierbei handelt es sich jedoch um ein temporäres Problem, da die herkömmlichen Stromzähler bis spätestens 2032 von den Netzbetreibern durch „moderne Messeinrichtungen“ (z.B. neuartige elektronische Zweirichtungszähler) gemäß Messstellenbetriebsgesetz (MSBG) ersetzt werden müssen.⁹ Bei Inanspruchnahme der EEG-Förderung wird zur Ermittlung der Höhe der Förderungen an einem solchen Zwei-Richtungs-Stromzähler die ins Netz eingespeiste Strommenge abgelesen.

70-Prozent-Regel bei EEG-Förderung

Rechtliche und technische Voraussetzung für die Inanspruchnahme einer EEG-Förderung ist die Einhaltung der im EEG festgelegten so genannten 70-Prozent-Regel.¹⁰

Gemäß EEG sind Anlagenbetreiber zur Einspeiseregulierung verpflichtet, um die Netze vor Überlastung zu schützen. Von zwei wählbaren Umsetzungsmöglichkeiten wird die so genannte 70-Prozent-Regel für Steckersolar-Nutzer*innen als umsetzbar angesehen. Die Regel besagt, dass nicht mehr als 70 Prozent der Nennleistung einer Anlage eingespeist werden dürfen. Dies kann technisch beispielsweise durch eine Unterdimensionierung des Wechselrichters im Vergleich zur Modulleistung umgesetzt werden.

Gewährleistung einer Null-Einspeisung

Der Begriff der Null-Einspeisung beschreibt, dass kein Strom durch Anlagenbetreiber*innen in das öffentliche Netz eingespeist wird und somit die komplette produzierte Strommenge in den

⁸ Vgl. Muth (2017).

⁹ Vgl. Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende, 29.08.2016.

¹⁰ Vgl. 3.2 Gesetze und Verordnungen

Eigenverbrauch fließt.¹¹ Bei einer Null-Einspeisung wird die rechtliche und technische Problematik des rückwärtslaufenden Zählers umgangen. Sie kann auf drei Wegen hergestellt werden:

1. Passende Dimensionierung des Steckersolarsystems, so dass der stetige Grundverbrauch eines Haushaltes die maximale Erzeugungskapazität des Systems übersteigt. Aufgrund von normalerweise niedrigen Grundverbräuchen ist dies eher eine theoretische Idee.
2. Abregelung über einen digitalen Einspeisemanager wie z.B. des im Projekt entwickelten *ready2plugin Controllers* (siehe Exkurs).
3. Umlenkung in einen Speicher (Batterie), welcher Überschüsse auffängt, ebenfalls über einen digitalen Einspeisemanager; dieser hat hierbei die Aufgabe, das Laden und Entladen des Speichers zeitlich zu steuern. Für Steckersolarsysteme mit kleinen Überschüssen sind Speicher aktuell noch nicht wirtschaftlich, im Gegensatz zum Einsatz von Speichern bei größeren Dach-PV-Anlagen. Jedoch fielen die Preise für PV-Batteriespeicher in den letzten Jahren.¹² Wenn sich dieser Trend fortsetzt, könnten Steckersolarsysteme in Kombination mit Speichern auch wirtschaftlich relevant werden.

Exkurs: Ready2plugin

Ready2plugin (R2P) ist ein digitaler Energie-Einspeisungs-Manager, der in Form eines Reglers zwischen Solarmodul und dem Stromkreis verortet ist, in den das Modul einspeist.¹³ In diesem Fall wird die Einspeisung ins Netz als auch in den Stromkreis des Haushaltes geregelt.

Mithilfe von Algorithmen erfüllt *ready2plug* zwei Aufgaben:

1. Schutz vor Überlastung elektrischer Systeme durch Abregelung des Moduls, wenn eine bestimmte Höchsttemperatur im Stromkreis erreicht wird.
2. Gewährleistung der Null-Einspeisung durch Abregelung des Moduls, Umlenkung des Überschusses in Speicher oder durch smarte Verschiebung des Verbrauchs im Haushalt.

Die Erfüllung weiterer Aufgaben im Energiemanagement durch *ready2plugin* ist möglich und angedacht. Die Implementation der Software auf einen *Embedded Controller* ist Bestandteil des IFAF-Projektes „PV.Plug-inTools“.

¹¹ Genaue rechtliche Definitionen sind noch nicht getroffen worden.

¹² Vgl. Lichner (2021); Seba (2019) min. 3.43.

¹³ Vgl. *ready2plugin* (o.J.).

2.2.2 Sicherheitstechnische Eigenschaften des Schuko-Steckers und Wieland RST20i3

Bei der Nutzung und Installation eines Steckersolarsystems greifen verschiedene elektrotechnische Normen für Stecker bzw. Steckdosen.

So schätzt die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS) folgende Vorkehrungen bei Installationen mit **Schuko-Stecker (Typ F)** als sicherheitsrelevant ein:¹⁴

1. Das Steckersolarsystem muss in eine fest installierte Wandsteckdose und darf in keinem Fall über Mehrfachsteckdosenleisten in Kombination mit mehreren Geräten angeschlossen werden.
2. Ein Schuko-Stecker hat offene Kontakte. Dies birgt das Risiko eines elektrischen Schlags, sollte das System bei Rausziehen des Steckers nicht schnell genug abschalten. Deshalb sind Schuko-Stecker nur in Verbindung mit einem Wechselrichter geeignet, welcher die Norm „EN 60335-1: Schutz gegen Restspannung“ einhält und die Spannungsfreiheit der Steckerkontakte gewährleistet. Alle Geräte, welche mit dem DGS Sicherheitsstandard zertifiziert sind, haben die nötigen Voraussetzungen für die sichere Nutzung mit Schuko-Steckern.

Der **Wieland RST20i3**, umgangssprachlich Wieland-Stecker genannt, wird in der Norm DIN VDE 0100-551 mit Verweis auf VDE V 0628-1 für Stromeinspeisungen in Haushalts-Stromkreise explizit und beispielhaft¹⁵ als geeignet aufgeführt. Herstellendes Unternehmen ist die Wieland Electric GmbH. Die Nutzung des Wieland-Steckers setzt den Kauf und die Installation einer entsprechenden RST® Systemsteckdose durch eine Fachkraft voraus.

Sicherheitsspezifische Eigenschaften sind:

1. Der Wieland-Stecker hat berührungsgeschützte Kontakte, sodass ein Stromschlag ausgeschlossen ist.
2. Er kann nicht versehentlich in eine Schuko-Mehrfach-Steckdose gesteckt werden.
3. Die Wieland-Steckvorrichtung ist konstruktiv besser als die Schuko-Steckdose vor eindringendem Wasser (bei Regen) geschützt.
4. Bei der Konstruktion wurde berücksichtigt, dass im Außenbereich Geräte dauerhaft eingesteckt bleiben und nicht nur vorübergehend. Die Wieland-Steckvorrichtung ist mit einer Verriegelung ausgestattet, die versehentliches Ziehen des Steckers verhindert.

¹⁴ Vgl. DGS (o.J.).

¹⁵ In der Norm steht „z.B.“

Ein normenkonformer Anschluss ist allein mit letzterer Steckervorrichtung zulässig; die Verwendung des Schuko-Steckers (Typ F) ist demnach nicht normkonform. Diesen Standpunkt vertreten zumindest das Forum Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) als Teil des elektrotechnische Normen setzenden VDE sowie die meisten Netzbetreiber und Vertriebler*innen.¹⁶ In 3.5 Zwischenfazit: *Unklarheiten und geringe Durchsetzungskraft von Gesetzen und Normen* wird dieser Standpunkt weiter diskutiert.

2.2.3 Anbringungsort: Technische Faktoren des Ertrags und der Wirtschaftlichkeit

Die Eignung eines Anbringungsortes kann die Wirtschaftlichkeit eines Steckersolarsystems maßgeblich beeinflussen.¹⁷ Der Ertrag eines Steckersolarmoduls ist abhängig von folgenden Faktoren:

- **Verschattung:** Eine Verschattung von Modulen durch Bäume oder gegenüberliegende Häuser verringert die Sonneneinstrahlung und damit den Ertrag. Im Vergleich zu größeren PV-Anlagen wirkt sich bei Einzelmodulen eine Teilverschattung sehr viel stärker auf die Modulleistung aus.
- **Neigungswinkel:** Optimal ist ein Auftreffen der Sonnenstrahlen auf das Modul im rechten Winkel. Das Aufstellen eines Moduls im Winkel von 30-35 Grad bringt in Deutschland in der Jahressumme den höchsten Ertrag. Wenn wie bei Steckersolarsystemen die Eigenversorgung im Zentrum steht, ist außerdem für Systeme ohne Speicher interessant, zu welcher Uhrzeit und damit in welchem Winkel am meisten Netzbezug vermieden wird.
- **Ausrichtung:** Optimale Ausrichtung ist nach Süden, wobei eine Ausrichtung nach Osten und Westen ebenfalls noch als sinnvoll eingeschätzt wird.
- **Geographischer Standort:** Mit der Varianz von Sonnenstunden und Strahlungsintensität variiert die durchschnittliche Sonneneinstrahlung je nach Standort.¹⁸

Die Eignung eines Anbringungsortes kann anhand dieser Faktoren evaluiert werden, wobei die Verschattungsfreiheit die mit Abstand größte Relevanz hat und der geographische Standort innerhalb Deutschlands die geringste. Allgemein gesprochen haben (Flach-)Dächer eine geringere und Balkone und Gärten eine höhere Verschattungswahrscheinlichkeit. Der Winkel ist bei Flachdächern, Gärten und Fassaden durch Aufständigung modellierbar, bei Schrägdächern ist der Winkel meist im optimalen Rahmen. Installationen an Balkonfassaden erzielen mit 90 Grad eher geringere Energieerträge. Flachdächer und Gärten ermöglichen eine flexible, Balkone eher eine unflexible Ausrichtung.

¹⁶ Vgl. Bosswerk GmbH & Co. KG (o.J.); VDE / FNN (2020).

¹⁷ Vgl. Orth (2021).

¹⁸ Vgl. Deutscher Wetterdienst (2021).

Spezifische Anforderungen an Balkon- und Fassaden-Installationen

Aus sicherheitstechnischen Gründen gibt es spezifische Anforderungen an die Anbringung von Modulen an Balkonbrüstungen und Fassaden, basierend auf Normungen des Deutschen Instituts für Bautechnik zur Überkopfverglasung (wie beispielsweise der Norm DIN 18008-2).¹⁹ Die Normen können einmal durch zusätzliche Schutzmaßnahmen eingehalten werden, oder durch das Verwenden von an sich schon geeigneten Modulen.²⁰ Ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen kann das am weitesten verbreitete Modell des Glas-Folien-Moduls nicht angebracht werden. Als geeignet gelten Glas-Glas-Module oder glasfreie Module.²¹

2.3 Zwischenfazit: Praxisrelevanz der Nutzungsmodelle

Das in der Praxis nach erster Einschätzung am häufigsten vertretene Nutzungsmodell ist die Überschuss-Einspeisung ohne Inanspruchnahme einer EEG-Förderung, ohne Speicher, und mit einer Anbringung auf dem Dach.²²

- Da eine technische Null-Einspeisungen eine sehr hohe Grundlast oder ein digitales Energiemanagementsystem erfordert, sind **Überschuss-Einspeisungen** aktuell in der Praxis wahrscheinlich deutlich häufiger zu finden.
- Aufgrund der zukünftig vereinfachten Herbeiführung der Null-Einspeisung durch **Energiemanagement-Systeme** wie *ready2plugin* könnten Null-Einspeisungen in Zukunft relevanter werden.
- **Speicher** spielen schon heute in Kombination mit PV-Anlagen eine wichtige Rolle - bereits 2018 wurde bei der Hälfte der Neuerrichtung von PV-Anlagen auf Eigenheimen ein Speicher mitgekauft.²³ Für kleine Anlagen wie Steckersolarsysteme sind Speicher aktuell jedoch noch nicht wirtschaftlich und auch in der Praxis nicht häufig zu finden. Sollte sich der Trend sinkender Speicherpreise fortsetzen, könnte die Kombination von Steckersolarmodulen mit Speichern jedoch in naher Zukunft relevant werden.
- Die Inanspruchnahme der **EEG-Förderung** für die Überschuss-Einspeisung findet sich in der Praxis selten, wobei keine Nutzungszahlen vorhanden sind. Wenn ein*e Anlagenbetreiber*in eine EEG-Förderung in Anspruch nehmen will, muss die 70-Prozent-Rege-

¹⁹ Vgl. Deutsches Institut für Bautechnik (2021).

²⁰ Vgl. SOLARWATT GmbH (o.J.).

²¹ Vgl. AG PVPlug (o.J.d).

²² Diese Einschätzung (These) stützt sich auf Expertenmeinungen und wird im TAP 2 und in der Umfrage validiert.

²³ Vgl. photovoltaik4all.de (2021).

lung bei der Kaufentscheidung berücksichtigt werden. Das ist mit zusätzlichem Aufwand und Kosten verbunden, weshalb in der 70 Prozent - Regel ein Hemmnis für die Inanspruchnahme der Förderung vermutet wird.

- Zur Frage, wie viele der Steckersolarsysteme mit **Schuko-Stecker (Typ F)** oder mit dem **Wieland-Stecker** installiert sind, gibt es keine belastbaren Zahlen. Auch eine Erhebung, wie viele der installierten Steckersolarsysteme mit Schuko-Stecker einen sicheren Wechselrichter haben, existiert nicht.
- Zum **Anbringungsort** gibt es nach erster Recherche zwar keine belastbaren Erhebungen, jedoch deuten die Erfahrungswerte der Hersteller darauf hin, dass das (Flach-) Dach derzeit der häufigste Aufstellungsort ist. Das liegt vermutlich daran, dass die Aufstellung hier am einfachsten zu realisieren ist. Langfristig wird die Anbringung an Balkonen als das interessanteste Feld für Steckersolar eingeschätzt, da dies die Möglichkeit der Installation durch Wohnungs-Mieter*innen und -Eigentümer*innen eröffnet.²⁴

In den weiteren Analysen und der Umfrage sollen diese Thesen empirisch validiert werden.

3 Rechtlicher Rahmen für Steckersolarsysteme

Im Folgenden werden vorerst die nach Auslegung des VDE, FNN und BDEW einzuhaltenden Prozesse, Normen und Gesetze skizziert.²⁵ Im Anschluss erfolgt eine Diskussion der Regelungen anhand unterschiedlicher Aspekte, in der die Unschärfen der rechtlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf Steckersolarsysteme evaluiert werden.

3.1 Übersicht der Regelungen entlang des Installationsprozesses

Die Rechtslage von Steckersolarsystemen ist unklar und komplex, was ein Hemmnis für die Diffusion sein könnte.²⁶ Übersicht 1 fasst die Regelungen entlang des Installationsprozesses zusammen.²⁷

²⁴ Vgl. dazu TAP 2

²⁵ Vgl. BDEW Bundesverband Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2018).; VDE / FNN (2020)

²⁶ Vgl. Burckhardt/Pehnt (2017).

²⁷ Vgl. dazu auch Müller (2019).

Übersicht 1: Installationsprozess nach aktuellem Stand der Rechte und Normen

- Bei Mieter*innen ist die Genehmigung der Vermieter*in, bei Wohnungseigentümern die Zustimmung der Wohneigentümergeinschaft erforderlich, wenn es sich um eine sogenannte bauliche Änderung handelt, das Modul also außen am Gebäude oder auf dem Dach sichtbar angebracht wird
- Kauf eines Steckersolarsystems mit einer Wechselrichternennleistung von max. 600 W Leistung, mit Wieland-Steckvorrichtung
- Installation der Steckvorrichtung und Prüfung der Leistungsreserve des Stromkreises durch eine Elektrofachkraft
- Anmeldung beim für den Stromanschluss zuständigen örtlichen Verteilnetzbetreiber:
 - o Prüfung des Stromzählers und gegebenenfalls Austausch durch den Messstellenbetreiber (häufig der Netzbetreiber), welcher kostenpflichtig sein kann
 - o Ausfüllen eines Anmelde-Formulars. Es variiert je nach Netzbetreiber in Komplexität, teilweise Zustimmung zu AGBs, (mit Versicherung des Einhaltens der VDE-Normen) erforderlich
- Anmeldung im Marktstammdatenregister (MaStR) der Bundesnetzagentur (BNA)
- Bei erwünschter Inanspruchnahme der EEG-Förderung: Absprache mit Netzbetreiber

3.2 Gesetze und Verordnungen²⁸

Die Anzahl der Gesetze, Verordnungen und Normen, die für die Diffusion der Anlagen relevante Rahmenbedingungen stellen, ist erheblich, wie die nachfolgenden Übersichten zeigen. Übersicht 2 benennt zunächst die generellen geltenden Gesetze und Verordnungen und hebt für die Diffusionsbedingungen relevante Passagen hervor.²⁹

²⁸ Neben den unmittelbar mit der Installation verbundenen Verordnungen müssen Anwender*innen eine Reihe weiterer Fragestellungen klären, beispielsweise die baurechtliche Zulässigkeit sowie die Zuständigkeit von Versicherungen wie Hausrat-, Gebäude- und Haftpflichtversicherungen. Diese werden hier nicht weiter behandelt.

²⁹ Für einen Überblick aller sicherheitstechnisch relevanten Normen ist der DGS Sicherheitsstandard hilfreich.

Übersicht 2: Für Steckersolarsysteme generell relevante Gesetze und Verordnungen

Gegenstand	Gesetze und Verordnungen	Zentrale Inhalte
Allgemein	EEG 2021 Erneuerbare-Energien-Gesetz	Nach der Definition des EEG handelt es sich bei Steckersolarsystemen um „EEG-Anlagen“. Keine gesonderte Nennung von Steckersolarsystemen. Somit gelten dieselben Rechte und Pflichten wie bei größeren PV-Anlagen. ³⁰
Technische Anforderung / EEG-Förderung	§ 9 Abs. 2 EEG 2021 70 Prozent - Regel	„Bis zum Einbau eines intelligenten Messsystems [...] müssen Betreiber von [...] 2. Solaranlagen [...] ihre Anlagen mit technischen Einrichtungen nach Nummer 1 ausstatten oder am Verknüpfungspunkt ihrer Anlage mit dem Netz die maximale Wirkleistungseinspeisung auf 70 Prozent der installierten Leistung begrenzen. “ ³¹
Meldepflicht bei der Bundesnetzagentur	MaStRV Marktstammdatenregister-Verordnung	§ 6 Abs. 3 EEG i.V.m. §5 Abs. 1 MaStRV : „Betreiber müssen ihre Einheiten, ihre EEG- und KWK-Anlagen bei deren Inbetriebnahme im Marktstammdatenregister registrieren. [...]“
Meldepflicht beim Netzbetreiber	§19 Abs. 3 NAV Niederspannungsanschluss-Verordnung	„Vor der Errichtung einer Eigenanlage hat der Anschlussnehmer oder -nutzer dem Netzbetreiber Mitteilung zu machen. [...] Der Anschluss von Eigenanlagen ist mit dem Netzbetreiber abzustimmen. “
Sicherheit Rechtliche Bedeutung der VDE Normen	§49 EnWG Energiewirtschaftsgesetz	Abs.1 „Energieanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten“ Abs.2 „Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik wird vermutet, wenn bei Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von

³⁰ Vgl. Nümann, Peter (2020).

³¹ Bezgl. der 70 Prozent - Regel wurde bei der Nivellierung des EEG 2021 eine Bagatellgrenze für Anlagen unter 1 kW diskutiert, jedoch nicht durchgesetzt. Weiterführende Diskussion in 3.5
Zwischenfazit: Unklarheiten und geringe Durchsetzungskraft von Gesetzen und Normen.

		1) Elektrizität die technischen Regeln des Verbandes der Elektrotechnik Elektronik Informatik e. V. [...] eingehalten worden sind. [...]" (Anm.: gemeint sind die VDE-Normen)
Sicherheit Rolle des Netzbetreibers	§20 Abs. 1 NAV Niederspannungsanschluss- Verordnung	„Der Netzbetreiber ist berechtigt, in Form von Technischen Anschlussbedingungen weitere technische Anforderungen an den Netzan- schluss und andere Anlagenteile sowie an den Betrieb der Anlage einschließlich der Eigenan- lage festzulegen, soweit dies aus Gründen der sicheren und störungsfreien Versorgung, [...] notwendig ist.“
Sicherheit Rolle des Netzbetreibers	§20 Abs. 4 NAV Niederspannungsanschluss- Verordnung	„Die Zustimmung darf nur verweigert werden , wenn der Anschluss eine sichere und störungs- freie Versorgung gefährden würde“.
Netzan- schlussbedin- gungen EU-Ebene	EU 2016/631 zur Festlegung eines Netzkodex mit Netzan- schlussbestimmungen für Stromerzeuger	Art. 5 Ermittlung der Signifikanz „(2) Stromerzeugungsanlagen der folgenden Kategorien gelten als signifikant: a) Netzan- schlusspunkt unter 110 kV und Maximalkapazi- tät von mindestens 0,8 kW (Typ A); [...]“ Typ A beschreibt den niedrigsten von 4 Typen. (Anm.: Somit beinhaltet diese Verordnung eine Bagatellgrenze für Kraftwerke unter 800W. ³²)

In Deutschland wird ein Rückwärtslaufen von Stromzählern teilweise als Fälschung der Messung der bezogenen und zu bezahlenden Strommenge interpretiert; die Rechtslage ist hier noch nicht endgültig geklärt.³³ Übersicht 3 fasst die gesetzlichen Regelungen zusammen, auf dessen Basis juristische Argumentationen geführt werden.

³² Zur Rechtskraft und Bedeutung dieser Verordnung siehe Kapitel 3.5 *Zwischenfazit: Unklarheiten und geringe Durchsetzungskraft* von Gesetzen und Normen

³³ BDEW Bundesverband Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2018) 14 ff.; Bringewat (2016); vgl. Nümann, Peter (2020) S. 3.

Übersicht 3: Rechtsrahmen für rückwärts laufende Zähler

Greifendes Gesetz	Begründung
§370 Abgabenordnung Steuerhinterziehung oder §378 Abgabenordnung Leichtfertige Steuerverkürzung i.V.m. Stromsteuergesetz	Durch einen rückwärtslaufenden Stromzähler kann es eine erhöhte Abweichung geben bei der Bestimmung der stromsteuerpflichtigen Strommenge. Für die entnommene aber nicht durch den Stromzähler nachweisbare Strommenge kann keine Steuer gezahlt werden.
§263 Strafgesetzbuch Betrug oder §268 Strafgesetzbuch Fälschung technischer Aufzeichnungen	Die gemessenen Werte des Stromzählers dienen als Beleg für den Verbrauch und die Netznutzung.
§19 Abs. 3 NAV Niederspannungsanschluss- Verordnung	Rückwärts laufende Stromzähler können als Verstoß gegen die Abstimmungs- oder Mitteilungspflicht gegenüber dem Netzbetreiber gesehen werden. ³⁴

3.3 Normen

Zur Einordnung der rechtlichen Verbindlichkeit von Normen konstatiert das Deutsche Institut für Normung e.V. (DIN): „Die Anwendung von Normen ist grundsätzlich freiwillig. [...] Normen sind damit in der Regel Empfehlungen, deren Einhaltung für Unternehmer im Hinblick auf mögliche Haftungsfälle eine gewisse Rechtssicherheit darstellt.“³⁵

In §49 EnWG wird beschrieben, dass die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ (a. a. R. d. T.) zu beachten sind, und dass das Einhalten der Normen des Verbandes der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V. (VDE) als Beweis dessen gilt. Im Bereich Steckersolarsysteme wird die Einhaltung folgender Normen als Beweis für die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik verstanden.

³⁴ Vgl. AG PVPlug (o.J.a); BDEW Bundesverband Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2018) S. 17.

³⁵ Deutsches Institut für Normung (o.J.).

Übersicht 4: Normen

Thema	Norm	Inhalt zentraler Stellen / Neuerungen
Sicherheit Anschluss	DIN VDE 0100-551 Errichten von Niederspannungsanlagen	Stromerzeugungsanlagen können von Laien in eine vorhandene Steckvorrichtung eingesteckt werden. <i>Letzte relevante Änderung: 2016³⁶</i>
Sicherheit Stromkreisnutzung		Jeder Stromkreis kann genutzt werden. <i>Letzte relevante Änderung: 2018³⁷</i>
Leistung		Geräte mit Wechselrichternennleistungen bis max. 600 Watt dürfen von Laien eingesteckt werden.
Sicherheit Ertüchtigung des Stromkreises		Vor Installation ist die Bestimmung der Leistungsreserve des Stromkreises nötig, durch eine Fachkraft
Sicherheit Steckverbindung		Als einsetzbare Steckverbindung wird der VDE V 0628-1 (Wieland RST20i3) – ugs. Wieland-Stecker explizit als geeignet aufgeführt. <i>Letzte relevante Änderung: 2018³⁸</i>
Sicherheit Steckverbindung	EN 60335-1 Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch	Regelung des Schutzes gegen Restspannung
Sicherheit Brandvermeidung	VDE 0298-4 Belastbarkeit von Kabeln und Leitungen	Basis für die Ertüchtigung des Stromkreises Vorgabe von maximalen Temperaturwerten der Kabel Angabe von Leistungen, bei denen kein Risiko besteht
Meldeverfahren Netzbetreiber	VDE-AR-N 4105 Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz	Die vereinfachte Anmeldung beim Netzbetreiber von Steckdosen-Solargeräten bis 600 Watt. <i>Letzte relevante Änderung: 2019³⁹</i>

Anhand dieser Liste lässt sich bereits vermuten, dass die rechtlichen Hemmnisse für Steckersolarsysteme ein relevantes Niveau haben. Zwar erreichte die Arbeitsgruppe PV Plug 2018 „die

³⁶ Zuvor mussten Stromerzeugungsanlagen fest angeschlossen werden, von Fachkräften

³⁷ Zuvor war eine separate Leitung zum Verteilerkasten vorgeschrieben

³⁸ Es wird erstmals eine sichere Variante der Nutzung von Steckersolargeräten benannt

³⁹ Vor 2018 galten die allgemeinen Regeln für PV-Anlagen. Meldungen mussten durch beim Netzbetreiber eingetragene Elektriker erfolgen.

Neuregelungen der wichtigsten deutschen Elektrotechnik Norm [...] für den Anschluss steckbarer Solartechnik“⁴⁰ (DIN VDE 0100-551) und der AR-N-4105. Jedoch sind die Normenverbesserungsprozesse noch bis heute im Gange.

Diese AG PV Plug wurde von der DGS auf der Messe Intersolar 2016 gegründet und besteht aus ehrenamtlich tätigen Ingenieuren, Wissenschaftlern, Rechtsanwälten, Energiebloggern, Unternehmern, Fachjournalisten und PR-Arbeitern. Sie verfolgt das Ziel, "die Barrieren für steckbare Solar-Geräte abzubauen und dadurch Pionierarbeit für die urbane Energiewende [zu] leisten."⁴¹ Mit der Webseite pvplug.de wird ein umfassendes Informationsportal angeboten, welches sowohl potenzielle Nutzer*innen adressiert als auch die fachliche Debatte porträtiert.

Als Grundlage für die Herbeiführung einer Neuregelung der Normen DIN VDE 0100-551 und AR-N-4105 führte die AG PV Plug die nach eigenen Angaben bisher umfassendste Sicherheitsuntersuchung zu Steckersolarsystemen durch.⁴² Die erreichten Normänderungen wertet die AG PV Plug als bedeutend: „Damit haben wir die steckbare Solartechnik aus der rechtlichen Grauzone und in die Norm gehoben“⁴³, heißt es auf pvplug.de.

3.4 Sicherheitsstandard und kommende Produktnorm

Neben den sicherheitstechnischen Normen des VDE hat die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) 2017 den **Sicherheitsstandard für steckbare Stromerzeugungsgeräte DGS 0001:2019-10** veröffentlicht, nach welchem Anbieter*innen ihre Steckersolarsysteme zertifizieren lassen können. Wie der VDE mit obigen Normen, hat auch die DGS mit dem Sicherheitsstandard den Anspruch, den Stand der Technik darzustellen.⁴⁴ Den Zweck des Standards beschreibt die DGS wie folgt:

„Mit unserem Standard wollen wir die Geräte aus der Grauzone der technischen Normen herausholen. Der Sicherheitsstandard soll die Verunsicherung von Verbrauchern, Behörden und Elektroinstallateuren verringern und dient Herstellern und Anbietern solcher Geräte als Kriterienkatalog zur technischen Ausstattung ihrer Produkte.“⁴⁵

⁴⁰ AG PVPlug (o.J.e).

⁴¹ AG PVPlug (o.J.c).

⁴² Vgl. Vietzke (2017).

⁴³ AG PVPlug (o.J.e).

⁴⁴ Vgl. DGS (o.J.): „Wir treten damit auf fachlich fundierter Basis für eine sachgerechte Herangehensweise ein, die dem Stand der Technik und den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen entspricht.“

⁴⁵ DGS (o.J.).

Dabei schätzt die DGS mehr Praktiken und Techniken als sicher ein als der VDE mit den obigen Normen. Die DGS möchte damit die derzeit noch in der Erstellung befindliche VDE Gerätenorm überbrücken, auf die folgend eingegangen wird.

In naher Zukunft ist eine **VDE Produktnorm für Steckersolar-Geräte** zu erwarten. Diese wird im Rahmen des Projekts „**SteckerSolar**“ als Teil eines groß angelegten Forschungsprogramms des Bundeswirtschaftsministeriums entwickelt.⁴⁶ Dieses Programm „Wissens- und Technologietransfer durch Patente und Normen“ (**WIPANO**) hat zum Ziel, Normen und Standards innovativ und gerecht weiterzuentwickeln sowie KMU bei der Mitarbeit in Normungs- und Standardisierungsausschüssen bzw. in nationalen und internationalen Gremien zu unterstützen.⁴⁷ Im Rahmen des Projekts „SteckerSolar“ (Laufzeit 01.08.2020 – 31.07.2022) arbeiten sechs Konsortialpartner an der Entwicklung einer Produktnorm für PV-Geräte mit Stecker-Anschluss. Konkret sind folgende Akteur*innen beteiligt:

- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (ISE)
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Landesverband Berlin-Brandenburg e.V. (DGS)
- Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (DKE)
- indielux UG (indielux)
- Solarinvert GmbH (SIG)
- Solar-Info-Zentrum GmbH (SIZ)

Die Hoffnungen der beteiligten Partner liegen in der Vereinfachung der Anschlussbedingungen: „Im Mittelpunkt des Vorhabens steht die Entwicklung einer Norm inklusive Prüfverfahren für das Produktdesign von Mini-PV-Anlagen und ihre sichere Anwendung in Hausinstallationen. Dies ist ein wesentlicher Baustein für einen mittelfristig deutlichen Anstieg des Installationsvolumens dieses Gerätetyps in Deutschland und international.“⁴⁸

3.5 Zwischenfazit: Unklarheiten und geringe Durchsetzungskraft von Gesetzen und Normen

Bis zur angestrebten Implementierung der Produktnorm im Jahr 2022 bleiben einige rechtliche Unsicherheiten bestehen, die folgend näher betrachtet werden.

⁴⁶ Eine Projektbeschreibung findet sich auf <https://www.dke.de/de/arbeitsfelder/energy/steckersolar>

⁴⁷ Vgl. BMWi (o.J.).

⁴⁸ DKE (2021).

Auf die besonderen Eigenschaften und Anforderungen von Steckersolarsystemen wurde in den technischen und rechtlichen Normen noch nicht umfassend reagiert. Dadurch sind die greifenden Normen und Regelungen oft nicht passgenau: Steckersolarsysteme laufen oftmals unter der groben Kategorie Photovoltaikanlage, wodurch teils hohe Anforderungen auch auf Steckersolarsysteme angewandt werden. Zugleich ist die tatsächliche Durchsetzungskraft von Gesetzen oftmals gering. Weiter existieren aktuell rechtliche Grauzonen, in denen Sachverhalte nicht eindeutig legal oder illegal sind. An anderen Stellen fehlen praktikable Sonderregelungen. Teilweise entsteht auch Unklarheit dadurch, dass Rechtslagen in der Praxis nicht konsequent befolgt werden.

Gültigkeit des EEG für Steckersolarsysteme

Weil Steckersolarsysteme rechtlich als EEG-Anlage betrachtet werden, gelten die dort festgelegten Rechte und Pflichten auch für sie.

Bezüglich der 70 Prozent - Regel ist jedoch unklar, ob die Einhaltung dieser lediglich Voraussetzung für die Inanspruchnahme der Förderung ist, oder in jedem Fall zu den Pflichten einer EEG-Anlage gehört.

Besonders relevant für die Durchsetzungskraft im Kontext Steckersolar ist, dass der Sanktionsmechanismus des EEG bei Nicht-Einhaltung auf dem Entzug von Förderungen basiert. Bei Steckersolar wird häufig keine Vergütung in Anspruch genommen, oder fällt so gering aus, dass dieser Sanktionsmechanismus nicht stark wirken kann.⁴⁹

600 Watt Grenze der Wechselrichternennleistung

Die 600 W- Grenze für Steckersolarsysteme in den einschlägigen VDE-Normen bezieht sich auf den Wechselrichter. In Diskussionen und Informationsmaterialien wird dies oftmals unscharf weitergegeben, sodass leicht verstanden werden kann, dass die Module selbst die Leistung von 600 W nicht übersteigen sollten. Eine Genauigkeit bekommt in dem Fall Relevanz, wenn mehrere Module mit insgesamt mehr als 600 W Leistung an einen Wechselrichter mit 600 W angeschlossen werden sollen, um die Einstrahlung unterschiedlicher Ausrichtungen auszunutzen.

Meldepflicht Marktstammdatenregister

Die Bundesnetzagentur konstatiert: „Die Registrierungspflicht besteht nach der MaStRV nicht, wenn die Stromerzeugungseinheit nicht ortsfest betrieben wird“.⁵⁰

⁴⁹ Vgl. Bringewat (2016).

⁵⁰ Bundesnetzagentur (2020).

Es ist jedoch nicht abschließend geklärt, ob ein Steckersolarsystem in jedem Fall eine ortsfeste Anlage ist.⁵¹ So besteht auch eine Unsicherheit darüber, ob ein Ein- und Ausstecken der Anlage jeweils eine An- und Abmeldung im Marktstammdatenregister benötigt.

Aktuell fordert die Bundesnetzagentur eine Meldung von Steckersolargeräten. Bemerkenswert ist dabei jedoch die schwache Umsetzung. Nach Expertenschätzung⁵² sind aktuell 150.000 Geräte in Anwendung. Im Marktstammdatenregister sind knapp 40.000 Photovoltaik-Anlagen mit einer Bruttoleistung unter 1,5 kW gemeldet, wovon knappe 11.000 von Netzbetreibern als solche bestätigt wurden.⁵³ Bei Feststellung, dass der Meldepflicht im Marktstammdaten-Register nicht nachgegangen wurde, liegt eine Ordnungswidrigkeit vor und es fällt ein Bußgeld an. Doch „selbst bei den „großen“ PV-Anlagen ist zum Beispiel der DGS kein Fall bekannt, bei dem bei der Nichterfüllung von Meldepflichten auf bisherigen gesetzlichen Grundlagen ein Bußgeld verhängt wurde.“⁵⁴

Auch die Verbraucherzentrale NRW bezeichnet es als „auch unter Juristen [...] noch strittig, welche Konsequenzen es hat, auf die Anmeldung [beim Netzbetreiber oder der Bundesnetzagentur] zu verzichten.“⁵⁵

Rückwärts laufender Stromzähler

Zu der Frage, ob rückwärts laufende Zähler eine Straftat sind, wurde noch kein rechtskräftiges Urteil gesprochen. Es existieren jedoch unterschiedliche Interpretationen von Jurist*innen, bei denen zwar die aktuelle Unzulässigkeit nahezu Konsens ist, jedoch die Sinnhaftigkeit eines Verbots und die Angemessenheit von Reaktionen unterschiedlich bewertet werden.

Auch in diesem Thema ist eine Strafverfolgung unwahrscheinlich, da ein Beweis nur durch das tatsächliche Beobachten des sich rückwärts drehenden Stromzählers möglich wäre.⁵⁶ Die Sinnhaftigkeit der Unzulässigkeit wird mit dem Argument der Verhältnismäßigkeit angezweifelt: „Wie Fälle aus der Praxis zeigen, ist der Messfehler von Ferraris-Zählern auch schon deutlich größer als diese Mengen [von 50 bis 100 kWh/Jahr]. Doch während die millionenfachen Fehlmessungen der Standardzähler kein Problem darstellen, wird den Steckersolar-Betreibern suggeriert, sie würden eine Straftat begehen“⁵⁷.

⁵¹ Vgl. AG PVPlug (o.J.b.); Bringewat, 2016

⁵² Christian Ofenheusle, Gründer der Plattform machdeinenstrom.de

⁵³ Vgl. Bundesnetzagentur (2021)., Stand: 10.02.2021

⁵⁴ AG PVPlug (o.J.a).

⁵⁵ Verbraucherzentrale NRW (2020).

⁵⁶ Vgl. Bringewat (2016).

⁵⁷ Seltmann (2019).

Unter diesem Blickwinkel wird auch die Erwägung von harten Konsequenzen wie einer Anschlussunterbrechung, wie sie durch den BDEW diskutiert werden, als unverhältnismäßig eingeschätzt.⁵⁸

Bei einem Zähleraustausch stellen Messstellenbetreiber (häufig der Netzbetreiber) teilweise Kosten in Rechnung, zusätzlich zur jährlichen Abrechnung der Messkosten. Laut Messstellenbetriebsgesetz muss jedoch in einer jährlichen Abrechnung von maximal 20 Euro der Ein- und Ausbau schon enthalten sein.⁵⁹

Notwendigkeit eines Zwei-Richtungs-Zählers

Es ist umstritten, ob der Umfang der Überschuss-Einspeisungen ins Netz mit einem Zwei-Richtungs-Zähler gemessen werden muss.⁶⁰

Der BDEW vertritt hier die Meinung: "Sofern nicht ausgeschlossen werden kann, dass Strommengen, die in der Plug-in-PV-Anlage erzeugt werden, in das Netz gelangen können, ist am Übergabepunkt ein Zweirichtungszähler zu installieren."⁶¹ Von Seiten der Netzbetreiber sind Anforderungen und Aktionen nicht einheitlich. Die Bedeutung dieser Debatte fußt auf möglichen Installationskosten und laufenden Kosten von Zweirichtungszählern für Nutzer*innen.

Rechtlich erleichterte Bedingungen durch Null-Einspeisung?

Durch die technische Ermöglichung und Garantie einer Null-Einspeisung durch digitale Energiemanagementsysteme wie ready2plugin wird erhofft, dass die Problematik eines rückwärts laufenden Zählers und damit eines Zähleraustausches umgangen werden kann. Offen und noch unerforscht ist, ob eine garantierte Null-Einspeisung aufgrund einer steigenden Unabhängigkeit von Netzbetreibern Potential für weitere rechtliche Erleichterungen birgt.

PV-Anlage oder stromerzeugendes Haushaltsgerät?

Aktuell gelten Steckersolargeräte rechtlich als EEG-Anlagen, wobei Interessenvertreter*innen für eine Einordnung als stromerzeugendes Haushaltsgerät eintreten. Über eine solche Einordnung wird letztlich das Plädoyer für vereinfachte Regelungen für Steckersolarsystemen unterstrichen.⁶²

Relevanz der VDE-Normen

⁵⁸ Vgl. BDEW Bundesverband Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2018) S. 17.

⁵⁹ Vgl. Messstellenbetriebsgesetz - MsbG, 29.08.2016; Verbraucherzentrale NRW (2020).

⁶⁰ Vgl. Energieberatung der Verbraucherzentrale (2020).

⁶¹ BDEW Bundesverband Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2018) S. 14.

⁶² Vgl. AG PVPlug (o.J.e); Verbraucherzentrale NRW (2020).

Laut § 49 EnWG muss der Betrieb für die technische Sicherheit nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik (a. a. R. d. T.) gelten. Die Befolgung der VDE-Normen wird als Beweis dafür gesehen. Die Befolgung der allgemein anerkannten Regeln der Technik kann jedoch auch anderweitig geschehen, weshalb die VDE-Normen und ihre Inhalte in ihrer Autorität unterschiedlich rechtskräftig wahrgenommen werden. Während beispielsweise Netzbetreiber sowie auch der VDE selbst die Einhaltung der VDE-Normen als sehr relevant betrachten, deuten Interessensverbände darauf hin, dass die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik auch anderweitig stattfinden kann.

Konkret wird die Einhaltung der Normen im Haftungsfall relevant. Bei der Prüfung, ob der Schaden das Verschulden der installierenden Person war, gilt das Einhalten der Normen als Beweis für die Schuldfreiheit. Wie relevant die Normen für die allgemeine Wahrnehmung von Steckersolarsystemen ist, zeigt sich an dem starken Marktwachstum und steigendem Interesse nach den Normenänderungen 2018. Dieses wird im Technischen Arbeitspapier (TAP) 2 vertieft betrachtet.

Sicherheit und Normenkonformität von Geräten mit Schuko-Steckern

Es herrscht Uneinigkeit über die rechtliche Konformität und in der Wahrnehmung der Sicherheit des Schuko-Steckers. Von der Mehrheit der Netzbetreiber und laut des VDE selbst sind nur Installationen mit Wieland-Stecker normenkonform. Von Interessensverbänden wird entgegengesetzt, dass die explizite und beispielhafte Nennung des Wieland-Steckers in der Norm DIN VDE 0100-551 nicht bedeute, dass der Schuko-Stecker verboten sei.⁶³

Angezweifelt wird die Sicherheit des Schuko-Stecker aufgrund wahrgenommener Sicherheitsrisiken, wie dem Risiko eines Stromschlags. Bei Geräten mit Zertifizierung des DGS Sicherheitsstandards und Installation in einer Wandsteckdose ist laut DGS die Nutzung auch mit Schuko-Stecker sicher, und mit 200.000 Geräten in Nutzung auch als allgemein anerkannte Regeln der Technik zu bewerten.⁶⁴

Inklusion der VDE-Normen in die Anschlussbedingungen der Netzbetreiber

Bei der Anmeldung fordern Netzbetreiber oftmals von Anlagenbetreiber*innen die Zusicherung der Einhaltungen der VDE-Normen und die Installation eines Wieland-Steckers, wie beispielhaft im Anmeldeformular der Netze BW GmbH zu erkennen ist.⁶⁵ Laut §20 Abs. 1 NAV können Netzbetreiber für die Gewährleistung der Netzsicherheit Bedingungen stellen. Es wird aber angezweifelt, ob sie Bedingungen stellen können, welche die Sicherheit innerhalb des Hauses betreffen.⁶⁶

⁶³ Vgl. AG PVPlug (o.J.a).

⁶⁴ Vgl. Vietzke (2019).; DGS, o.J..

⁶⁵ Vgl. Netze BW GmbH (o.J.).

⁶⁶ Vgl. AG PVPlug (o.J.a); Fuhs (2017).

Außerdem sind die VDE-Normen, die bei den TAB wie Allgemeine Geschäftsbedingungen fungieren (AGB), nicht offen zugänglich.⁶⁷ Das stellt die Rechtskraft der Forderungen in Frage.⁶⁸

Bagatellgrenze im EU-Netzkodex

Eine EU-Verordnung hat unmittelbare Wirksamkeit in den Mitgliedsstaaten und muss befolgt werden. Allerdings steht es Mitgliedstaaten frei, unregelte Aspekte stärker zu regeln, weshalb die Bagatellgrenze für Geräte bis zu 800W in Deutschland nicht gilt.

4 Zusammenfassung und Fazit

In diesem Arbeitspapier wurden die technischen und rechtlichen Grundlagen von Steckersolaranlagen zusammenfassend dargestellt.

Steckersolargeräte sind letztlich vergleichsweise kleine, technisch unkomplizierte Stromerzeugungsanlagen, die ohne großes Expertenwissen installiert werden können. Technische Herausforderungen liegen letztlich nur bei der Nutzung bzw. Installation geeigneter Steckdosen und der Vermeidung von Überlastungssituationen der häuslichen Stromleitungen.

Das in der Praxis relevanteste Nutzungsmodell ist die Nutzung eines Steckersolarsystems mit Überschuss-Einspeisung ohne Inanspruchnahme der EEG-Förderung, ohne Speicher und mit Installation auf einem (Flach-)Dach. Zur Art der Steckvorrichtung können mangels zuverlässiger Daten keine klaren Aussagen bezüglich der Relevanz getroffen werden.

Kompliziert wird die Installation durch die Vielzahl rechtlicher Regelungen und eine erhebliche Anzahl unklarer rechtlicher Bedingungen.

Der mit der Regelerfüllung verbundene zeitliche und finanzielle Aufwand trägt höchstwahrscheinlich zur Verunsicherung und Abschreckung potenzieller Nutzer*innen bei. Die Unklarheit bei gleichzeitiger geringer Durchsetzungskraft der Normen und Gesetze könnte dazu führen, dass aufgrund einer Überforderung oder Verdrossenheit ein großer Teil der Nutzer*innen nicht um Rechtskonformität bemüht ist und die Systeme nicht anmeldet. Ein Indiz dafür könnte die geringe Inanspruchnahme des kostenlosen Anmeldeservices geben, welchen der Stromversorger und Vertreiber von Steckersolarsystemen oekostrom.at anbietet.⁶⁹ Im Zeitraum von 2016-2018 nahmen 54 Prozent der deutschen Kund*innen dieses Angebot an.⁷⁰

Insgesamt zeigt die Vielzahl der Detailregelungen ein erhebliches Verunsicherungspotenzial für private Nutzer. Aber auch für Anbieter können rechtliche Unklarheiten wie in der Debatte

⁶⁷ Vgl. VDE Verlag (o.J.).

⁶⁸ Vgl. §305 BGB

⁶⁹ Vgl. oekostrom AG (o.J.).

⁷⁰ Vgl. Galhaup (2021).

um geeignete Steckvorrichtungen verunsichern. Eine Abwesenheit klarer Standards bedeutet auch hohe Informationskosten und ein wirtschaftliches Risiko, da Normen und Standards Vergleichbarkeit, Information und Sicherheit für den Verbraucher, und damit auch Verkaufbarkeit herstellen. Für Handelsunternehmen ist die Rechtssicherheit eines Produktes ein entscheidendes Kriterium für die Aufnahme in das Sortiment. Die derzeitige Entwicklung einer Produktnorm im Rahmen des WIPANO-Programms könnte erheblich zur Vereinfachung und höherer Rechtssicherheit beitragen.

Zusammengefasst kann vermutet werden (Thesen), dass sich die (potentiellen) Nutzer*innen in die folgenden Gruppen unterteilen lassen:

- a. **Nicht-Nutzer*innen:** potenzielle Nutzer*innen mit geeignetem Standort und Interesse, die aufgrund der unklaren und aufwändigen Rechtlage von vornherein von der Anschaffung einer Steckersolaranlage absehen;
- b. **Rechtskonforme Nutzer*innen,** die alle Regeln sorgfältig beachten (und u.U. sogar EEG beantragen);
- c. **Nonkonformistische Nutzer*innen:** Nutzer*innen, die die Gesetze und Normen nur teilweise oder nicht beachten („Guerilla-PV“).

Mit dieser Beobachtung von „Eigenschaften“ ist noch nichts über die dahinterliegenden Motivationen ausgesagt; diese können beispielsweise wirtschaftlicher wie ideeller Art sein. Die Charakterisierung möglicher und tatsächlicher Nutzer wird im Laufe des Projekts daher weiter verfeinert und empirisch plausibilisiert.

5 Quellenverzeichnis

AG PVPlug (o.J.a): Fragen und Antworten zu steckbaren Solar-Geräten, o.J., bezogen unter: <https://www.pvplug.de/faq/>, Zugriff am: 04.02.2021

AG PVPlug (o.J.b): Meldung von Steckdosen-Solargeräten in Deutschland, o.J., bezogen unter: <https://www.pvplug.de/meldung/>, Zugriff am: 04.02.2021

AG PVPlug (o.J.c): Team, 10.02.21, bezogen unter: <https://www.pvplug.de/team/>, Zugriff am: 10.02.2021

AG PVPlug (o.J.d): Technik, 07.04.21, bezogen unter: <https://www.pvplug.de/technik/>, Zugriff am: 07.04.2021

AG PVPlug (o.J.e): www.pvplug.de - Startseite, DGS Infoportal zu steckbaren Solar-Geräten - Produktneutrale Informationen zu Stecker Solar Geräten, 02.11.20, bezogen unter: <https://www.pvplug.de/>, Zugriff am: 02.11.2020

BDEW Bundesverband Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2018): Anwendungshilfe zu Rechtsfragen rund um Plug-in-PV-Anlagen, 2018, Zugriff am: 09.12.2020

- BMWi (o.J.): WIPANO, o.J., bezogen unter: <https://www.innovation-beratung-foerderung.de/INNO/Navigation/DE/WIPANO/wipano.html>, Zugriff am: 09.03.2021
- Bosswerk GmbH & Co. KG (o.J.): Produktbeschreibung: Wieland Einspeisesteckdose gesis RST20, unterputz, o.J., bezogen unter: <https://greenakku.de/Zubehoer/PV-Zubehoer/selfPV-Zubehoer/Wieland-Einspeisesteckdose-gesis-RST20-unterputz::1557.html>, Zugriff am: 03.02.2021
- Bringewat, J. (2016): Rechtliche Aspekte der Nutzung von PlugIn-(Mini)-PV-Anlagen, 2019, bezogen unter: <http://www.juop.org/energierecht/rechtliche-aspekte-der-nutzung-von-plugin-mini-pv-anlagen/>, Zugriff am: 02.11.2020
- Bundesnetzagentur (2020): Hinweise zur Registrierungspflicht im Marktstammdatenregister für Notstromaggregate, USVs und Sicherheitsbeleuchtung, 2020, Zugriff am: 04.02.2021
- Bundesnetzagentur (2021): Marktstammdatenregister - Erweiterte Einheitenübersicht. Auszug Solaranlagen <1,5kW, 2021, bezogen unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Einheiten/ErweiterteOeffentlicheEinheitenuebersicht>, Zugriff am: 10.02.2021
- Burckhardt, L. / Pehnt, M. (2017): Plug-in-Photovoltaik in Deutschland: Eine technische, ökonomische und soziale Analyse, in: ENERGIEWIRTSCHAFTLICHE TAGESFRAGEN, 67/4, S. 48-52
- Deutscher Wetterdienst (2021): Globalstrahlungskarten, Mittlere Monats- und Jahressummen, 07.04.21, bezogen unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/solarenergie/lstrahlungskarten_mi.html, Zugriff am: 07.04.2021
- Deutsches Institut für Bautechnik (2021): Bauprodukte - Überkopferverglasung, 07.04.21, bezogen unter: <https://www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportal-bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/ueberkopferverglasungen>, Zugriff am: 07.04.2021
- Deutsches Institut für Normung (o.J.): Rechtsverbindlichkeit von Normen, o.J., bezogen unter: <https://www.din.de/de/ueber-normen-und-standards/normen-und-recht/rechtsverbindlichkeit-durch-normen>, Zugriff am: 05.02.2021
- DGS (o.J.): DGS Sicherheitsstandard (DGS 0001:2019-10), o.J., bezogen unter: <https://www.pvplug.de/standard/>, Zugriff am: 03.02.2021
- DGS / Hochschule Rosenheim (2017): Erzeugungsprofile, Lastprofile und betriebswirtschaftliche Analyse kleiner PV-Systeme zur direkten Deckung des Eigenverbrauchs. Zusammenfassung, 2017, Zugriff am: 10.02.2021
- DKE (2021): SteckerSolar - Projektbeschreibung. Entwicklung einer Produktnorm für PV-Geräte mit Stecker-Anschluss., 2021, bezogen unter: <https://www.dke.de/de/arbeitsfelder/energy/steckersolar>, Zugriff am: 09.03.2021

- Energieberatung der Verbraucherzentrale (2020): Stecker-Solar-Geräte, 08.09.20, bezogen unter: <https://verbraucherzentrale-energieberatung.de/stecker-solar-geraete/>, Zugriff am: 05.05.2021
- Fuhs, M. (2017): Stecker-Solar-Geräte anschließen und über die rote Ampel gehen, in: pv-magazine.de, 20.10.17, bezogen unter: <https://www.pv-magazine.de/2017/10/20/stecker-solarmodule-anschliessen-und-ueber-die-rote-ampel-gehen/>, Zugriff am: 10.02.2021
- Galhaup, Michael (2021): Persönliche Mitteilung, 18. Februar 2021
- Messstellenbetriebsgesetz - MsbG (2016): Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen in der Fassung vom 2020 (2016): Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende, in: Bundesgesetzblatt Teil I
- IFAF Berlin (2021): Projektbeschreibung PV.plugin Tools, Digitale Werkzeuge für Plug-in Solarenergiesysteme, 12.05.21, bezogen unter: <https://www.ifaf-berlin.de/projekte/pv.plugin-intools/>, Zugriff am: 12.05.2021
- Indielux (o.J.): Solargeräte, o.J., bezogen unter: <https://www.indielux.com/produkt-kategorie/solargerate/>, Zugriff am: 03.02.2021
- Lichner, C. (2021): Preise für Photovoltaik-Heimspeicher sinken wegen hoher Nachfrage nicht mehr so stark, in: pv-magazine.de, bezogen unter: <https://www.pv-magazine.de/2021/04/23/preise-fuer-photovoltaik-heimspeicher-sinken-wegen-hoher-nachfrage-nicht-mehr-so-stark/>, Zugriff am: 10.05.2021
- Müller, J. (2019): Mach deinen Balkon schön! - Ein Praxisleitfaden. Mit steckerfertigen PV-Anlagen selbst Strom erzeugen., 2019, Zugriff am: 05.05.2021
- Muth, C. (2017): Net Metering in den Niederlanden bis 2023 zugesichert, 18.07.17, bezogen unter: <https://www.pv-magazine.de/2017/07/18/net-metering-in-den-niederlanden-bis-2023-zugesichert/>, Zugriff am: 03.02.2021
- Netze BW GmbH (o.J.): Formular: Anmeldung einer steckerfertigen Photovoltaik-Anlage bis 600 W, o.O., Zugriff am: 03.04.2021
- Nümann, Peter (Hrsg.) (2020): Kommentar zum EEG 2021: EEG-Anforderungen an Steckersolargeräte unter Berücksichtigung des EEG 2017 und des Entwurfs zum EEG 2021, o.O., Zugriff am: 09.12.2020
- oekostrom AG (o.J.): oekostrom.at - Webseite, Stromanbieter, 12.11.20, bezogen unter: <https://oekostrom.at/strom#anlagenbetreiber>, Zugriff am: 24.02.2021
- Orth, N. (2021): Energetische und ökonomische Bewertung von Stecker-Solar-Geräten, HTW, Berlin

- photovoltaik4all.de (2021): Aktuelle EEG Vergütungssätze für Photovoltaikanlagen 2021, 2021, bezogen unter: <https://www.photovoltaik4all.de/aktuelle-eeeg-verguetungs-saetze-fuer-photovoltaikanlagen-2017>, Zugriff am: 09.02.2021
- ready2plugin (o.J.): Easy and legally watertight plug & play prosuming, o.J., bezogen unter: <http://ready2plugin.com/>, Zugriff am: 03.02.2021
- Seba, T. (2019): Clean Disruption. Vortrag auf der Robin Hood Investors Conference 2019 [Film], o.O., bezogen unter: <https://www.youtube.com/watch?v=6Ud-fPKnj3Q&feature=youtu.be>, Zugriff am: 09.02.2021
- Seltmann, T. (2019): Legal oder illegal – Stecker-Solar-Geräte im Labyrinth der Normung, in: pv-magazine.de, bezogen unter: <https://www.pv-magazine.de/2019/11/21/legal-oder-illegal-stecker-solar-geraete-im-labyrinth-der-normung/>, Zugriff am: 03.04.2021
- SOLARWATT GmbH (o.J.): Solarmodule zur Überkopf-Montage mit abZ, 03.05.21, bezogen unter: <https://www.solarwatt.de/solarmodule/gebäudeintegrierte-photovoltaik/ueberkopf-montage>, Zugriff am: 03.05.2021
- VDE / FNN (2020): Steckerfertige PV-Anlagen, 09.12.20, bezogen unter: <https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/tar/tar-niederspannung/erzeugungsanlagen-steckdose>, Zugriff am: 09.12.2020
- VDE Verlag (o.J.): onlineshop: Produkt DIN VDE 0100-551, 11.02.21, bezogen unter: <https://www.vde-verlag.de/normen/0100364/din-vde-0100-551-vde-0100-551-2017-02.html>, Zugriff am: 11.02.2021
- Verbraucherzentrale NRW (2020): Stecker-Solar, Solarstrom vom Balkon direkt in die Steckdose, 09.12.20, bezogen unter: <https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/energie/erneuerbare-energien/steckersolar-solarstrom-vom-balkon-direkt-in-die-steckdose-44715>, Zugriff am: 09.12.2020
- Vietzke, M. (2017): Untersuchung der Beeinflussung der Schutzkonzepte von Stromkreisen durch Stecker-Solar-Geräte, 2017, Zugriff am: 09.12.2020
- Vietzke, M. (2019): Balkonmodule (steckerfertige Erzeugungsgeräte), Technik, Wirtschaftlichkeit, Lobbyismus, 05.11.19, Zugriff am: 04.11.2020