

Marktentwicklung und technisch-rechtliche Bedingungen für Steckersolargeräte

Prof. Dr. Barbara Praetorius · Rosa Hoelger · Joseph Bergner

Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin

Treskowallee 8 · 10318 Berlin

Tel. 030-5019-2532

E-Mail: barbara.praetorius@htw-berlin.de

Internet: <https://solar.htw-berlin.de/forschungsgruppe/pv-plug-intools/>

Einleitung

Der Markt für Steckersolargeräte entwickelt sich derzeit in kleinem Maßstab, aber rasant. Sie haben zumeist eine Leistung von 300 bis 600 Watt (ein bis zwei Module) und können ohne großen technischen Aufwand auf Balkonen, Flachdächern, Gärten und anderen Orten mit geeigneter Sonneneinstrahlung und einer verfügbaren Steckdose aufgestellt bzw. montiert werden. Sinkende Herstellungspreise von Solarmodulen und Batterien sowie zunehmende Möglichkeiten der Sektorenkopplung machen die Systeme auch wirtschaftlich interessant.

Im Rahmen des Verbundprojekts „PV.Plugin Tools“ von HTW Berlin, BHT und vielfältigen Praxispartnern wird mit Forschungsmitteln des IFAF Berlin im Zeitraum von 2020 bis 2022 untersucht, unter welchen Voraussetzungen sich Steckersolaranlagen am Markt durchsetzen und welche technischen sowie rechtlichen Maßnahmen die Marktdynamik verbessern können. Das Projekt startete mit der Idee, ein einfach zu installierendes digitales Tool zu entwickeln, das den Nutzer:innen technische und rechtliche Sicherheit geben kann. Hierzu werden das Energiemanagementsystem „ready2plugin“ sowie eine App zur Systemdimensionierung entwickelt. Parallel wurde ein Screening der Rechtslage, des anbieterseitigen Marktes sowie der Nutzer:innen und Interessierten durchgeführt, um die Chancen und Hemmnisse der Marktentwicklung zu ermitteln und die Nützlichkeit von technischen und anderen Hilfestellungen abzuschätzen.

Eine erste, nicht-repräsentative Vorabumfrage im zweiten Quartal 2021 ließ eine Tendenz erkennen, dass eher zwei Module statt ein einzelnes installiert werden (Bergner 2021). Ergänzend wurden zwei weitere Umfragen und Marktanalysen durchgeführt, um diese Daten zu validieren (Bergner et al. 2022a, 2022b). Der Beitrag fasst die wichtigsten Erkenntnisse zusammen.

Ausgangssituation und und rechtliche Bedingungen

Steckersolargeräte gibt es in verschiedenen technischen Konfigurationen (Abbildung 1). Zur Frage, welche dieser Konfigurationen sich in der Praxis bisher durchsetzen

konnten, gab es bislang nur Mutmaßungen. Mit den Befragungen liegt hierzu nun erstmals eine empirische Einschätzung vor.

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 (Schukostecker) 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: Technische Konfigurationen von Steckersolarsystemen (Hoelger und Praetorius 2021)

Präzise Schätzungen der technischen Marktpotenziale für Steckersolarsysteme gibt es bislang nicht. Auf Basis vorliegender Hochrechnungen war aber auch schon vor der aktuellen Marktbefragung zu vermuten, dass das Potenzial bei weitem nicht ausgeschöpft ist; dies wirft die Frage nach den Ursachen auf. Expert:innen nennen hier als erstes die rechtlichen Rahmenbedingungen, die aufgrund ihrer Unklarheit und Komplexität eines der größten Markthemmnisse darstellen. Denn wenn Verbraucher:innen ihr System rechtskonform in Betrieb nehmen wollen, müssen sie eine Reihe an Formalien und technischen Regelungen beachten, darunter

- 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;
- die Installation der Steckvorrichtung und Prüfung der Leistungsreserve des Stromkreises durch eine Elektrofachkraft;
- die Anmeldung beim für den Stromanschluss zuständigen örtlichen Verteilnetzbetreiber;
- die Prüfung des Stromzählers und gegebenenfalls Austausch durch den Messstellenbetreiber (teilweise kostenpflichtig)

- das Ausfüllen eines Anmelde-Formulars, das je nach Netzbetreiber in der Komplexität variiert; teilweise Zustimmung zu AGB (mit Versicherung des Einhaltens der VDE-Normen) erforderlich, und
- die Anmeldung im Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur.

Nach wie vor sind die rechtlichen Regelungen oft nicht passgenau für diese kleinsten Geräte, denn bis vor ein paar Jahren waren Steckersolarsysteme noch wenig bekannt und werfen manchen neuen Sachverhalt auf, der schlicht noch nicht eindeutig geregelt ist. Das populärste Beispiel für eine solche rechtliche Grauzone ist wohl die Uneinigkeit über die rechtliche Konformität des Schuko-Steckers. Steckersolarsysteme können den produzierten Strom eigentlich auch mit Schuko-Steckern (Typ F), also über eine handelsübliche Steckdose in den Haushaltsstromkreis einspeisen. Als normenkonform gelten bislang oft Steckersolarsysteme mit dem Wieland-Stecker, der extra für Einspeisungen entwickelt wurde. Dem steht die Position entgegen, dass der Wieland-Stecker in der Norm DIN VDE 0100-551 nur beispielhaft genannt wird; der Schuko-Stecker also nicht verboten ist. In der Praxis sind Schuko-Stecker für Nutzer:innen viel einfacher und günstiger zu handhaben. Es bleibt zu hoffen, dass die laufenden Normenanpassungsprozesse derartige Unsicherheiten ausräumen.

Der Markt für Steckersolarsysteme

Die komplexe rechtliche Lage hat die dynamische Marktentwicklung vielleicht gebremst, aber nicht aufgehalten. Das zeigt die Marktsondierungsstudie, die von der HTW Berlin im Herbst 2021 durchgeführt wurde (Bergner et al. 2022a). Bis dahin existierten zu Marktstruktur und Marktvolumen kaum valide Daten. Mit einer Umfrage unter den Anbietern von Steckersolargeräten in Deutschland und einer darauf aufbauenden Analyse zeigt diese Studie erstmalig die Anbieterstruktur, eine belastbare Hochrechnung des Marktes, Nutzungspräferenzen für Steckersolargeräte und Chancen und Hemmnisse aus Sicht der Anbieter auf.

Die Ergebnisse der Umfrage zeigen, dass 72 Prozent der Anbieter zur Kategorie der Kleinstunternehmen zählen. Steckersolargeräte wurden zwar schon vor 2010 angeboten, allerdings haben 62 Prozent der befragten Anbieter erst 2019 oder später mit dem Verkauf von Steckersolar begonnen. Von allen bisher verkauften Steckersolargeräten der befragten Anbieter wurden 75 Prozent direkt von den Unternehmen an Endkund:innen verkauft.

Bezüglich des Einsatzortes von Steckersolargeräten sind die am häufigsten verkauften Modelle mit 44 Prozent für die Aufständigung gedacht, beispielsweise auf Flachdächern oder in Gärten, und erst die zweithäufigste Anwendung ist mit 29 Prozent der Balkon. Der Schuko-Stecker hat sich der Umfrage zufolge als Standard-Steckverbindung durchgesetzt - 77 Prozent aller in Deutschland verkauften Geräte wurden mit Schuko-Steckverbindung verkauft.

Mit einer Hochrechnung auf Basis der ermittelten Daten kann geschätzt werden, dass bis Ende 2021 zwischen 140 000 und 190 000 Steckersolargeräte in Deutschland an Endkund:innen verkauft wurden. Dies entspricht einer Leistung von 59 Megawatt bis 66 Megawatt. Die Anzahl der Geräte, die von den Anbietern in der Umfrage verkauft wurden, hat sich zudem allein von 2020 bis 2021 fast verdoppelt. Der Gesamtumsatz lässt sich auf der ermittelten Grundlage nur schwer abschätzen, dürfte jedoch 2021 bei mehr als 30 Mio. Euro liegen. Die anbieterseitigen Neueintritte in den Markt für Steckersolargeräte haben sich dynamisch entwickelt. Abbildung 2 zeigt in einer kumulierten Ansicht, wie viele Unternehmen der Stichprobe im jeweiligen Jahr aktiv waren.

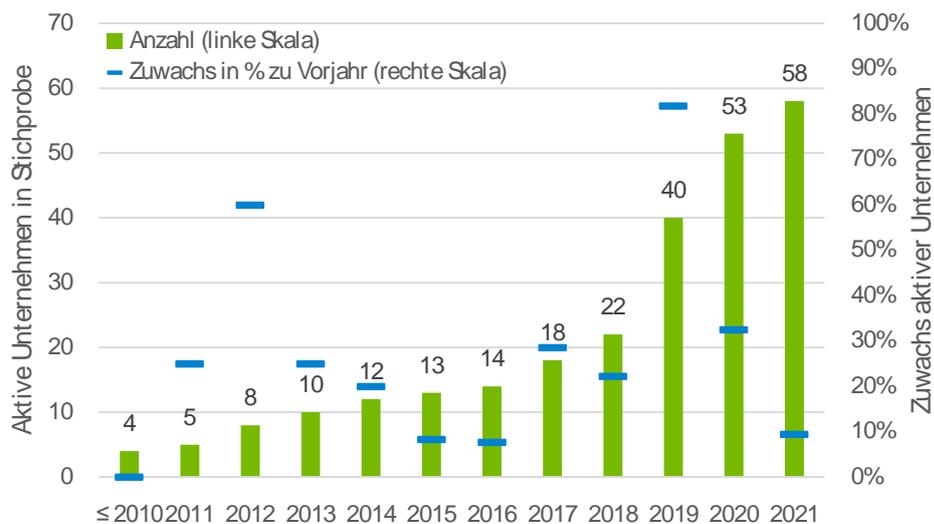


Abbildung 2: Aktive Anbieter (kumuliert) und jährliche Zuwachsquote der aktiven Unternehmen. Stichprobe n=58, eigene Darstellung, Daten: EUPD Research

Zu erkennen ist eine zunächst allmähliche Entwicklung der Zuwachsraten, die von 2016 bis 2019 deutlich an Dynamik gewinnt und im Jahr 2019 mit 18 neuen Markteintritten (plus 82 Prozent) einen Höhepunkt verzeichnet; danach ist ein Rückgang in der Marktdynamik zu sehen, obwohl die absolute Zunahme an Akteuren noch höher ist als vor 2018. Insgesamt sind 36 der 58 Unternehmen (62 Prozent) erst ab 2019 im Bereich Steckersolar tätig. An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Stichprobe nur aktuell tätige Marktakteure abbildet.

Eine mögliche Erklärung für den dynamischeren Anstieg nach 2016 könnten die Änderungen der Normen DIN VDE 0100-551 und AR-N-4105 geben, die den rechtlichen Rahmen für Steckersolargeräte erleichterten bzw. Unsicherheiten klärten; Interessenverbände wie etwa die AG PVPlug messen diesen Normänderungen große Bedeutung zu (Hoelger und Praetorius 2021).

Interessant zu erwähnen ist die optimistische Erwartung der Anbieter im Hinblick auf die weitere Marktentwicklung. Fast alle Anbieter gehen von einem Wachstum des

Marktes aus, jeweils ein Drittel sogar von einem jährlichen Wachstum um etwa die Hälfte des Marktes, bzw. um das gesamte Marktvolumen. Abbildung 3 zeigt, wie viele Anbieter einzelnen Aussagen zum Wachstum zustimmten. Es gehen 95 Prozent der Anbieter von einem jährlichen Wachstum des Marktes aus, wobei 36 Prozent (21 Anbieter) ein jährliches Wachstum um die Hälfte vermuten, und weitere 36 Prozent eine jährliche Verdopplung des Marktes.

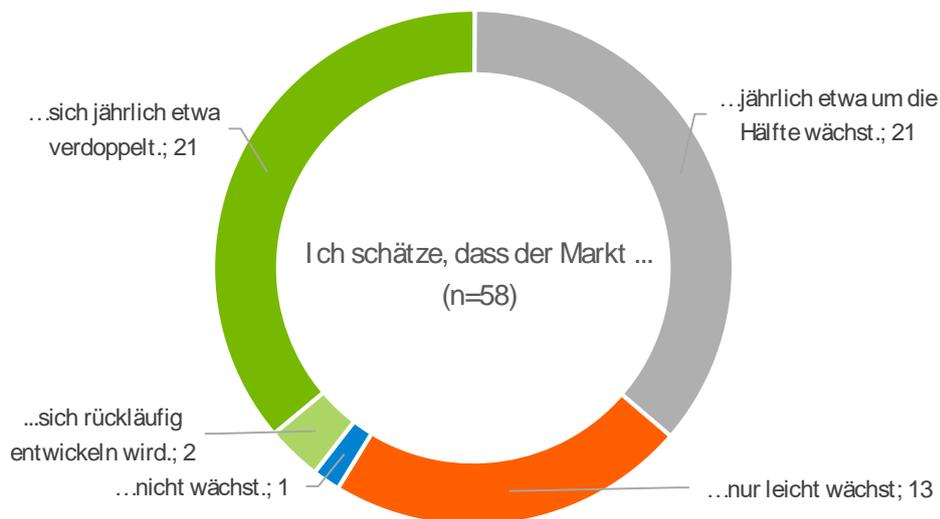


Abbildung 3: Anzahl der Antworten zur Wachstumsprognose des Marktes für Steckersolargeräte in Deutschland, n=58, Darstellung und Daten: EUPD Research (Bergner et al. 2022a)

Insgesamt lässt sich an diesem wachsenden Optimismus wie an der Entwicklung der Markteintritte erkennen, dass weiterhin ein hohes Wachstumspotenzial besteht. Die Dynamik dürfte durch die aktuellen Entwicklungen am Energiemarkt aufgrund des Ukrainekriegs 2022, verbunden mit starken Strompreissteigerungen, weitere Beschleunigung erfahren.

Motive und Hemmnisse auf der Seite der Anwender:innen

Zwar sind Steckersolargeräte zurzeit noch eine Nischentechnologie, die aber potenziell eine Teilhabe an der Energiewende mit geringem finanziellem und sonstigem Aufwand ermöglicht. Mit kleinen steckerfertigen Solaranlagen werden von Nutzer:innen und Interessierten verschiedene materielle und ideelle Erwartungen verbunden. So könnten sie auch kleine Flächen wie den Balkon zur Erzeugung von Solarenergie mobilisieren. Steckersolargeräte sind vergleichsweise einfach und mit geringem Investitionsvolumen zu montieren. Sie könnten das Potenzial haben, einen Beitrag zur Demokratisierung der Energiewende zu leisten, da sie auch direkt von Mieter:innen und nicht nur von Besitzer:innen von Wohneigentum installiert werden können. Auch die Wirtschaftlichkeit von Steckersolargeräten ist heute oft gegeben. Steckersolargeräte amortisieren sich meist innerhalb von 6 bis 14 Jahren.

Voraussetzung ist, dass die Montage und Installation selbstständig (d.h. ohne weitere Kosten) durchgeführt werden können und die Ausrichtung und Verschattung nicht zu ungünstig sind (Orth 2021).

Das technische Potenzial dieser dezentralen kleinsten Solaranlagen ist schwer abzuschätzen. In der Praxis bestehen verschiedene Flächenrestriktionen für Solaranlagen, unter anderem aufgrund von Flächennutzungskonflikten sowie im Falle von Steckersolaranlagen auch aufgrund der Gebäudeeigenschaften wie der Ausrichtung des Balkons, Verschattung und weiterem. Umgekehrt ist zu vermuten, dass viele nutzbare Flächen bislang nicht genutzt werden. Verlässliche Schätzungen der Potenziale existieren nicht; eine überschlägige Schätzung der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen ergab für Nordrhein-Westfalen potenzielle Einsatzorte in rund einer Million Haushalte, also etwa ein Achtel der Haushalte des Bundeslandes, und eine mögliche Energieproduktion von jährlich 290 Gigawattstunden (Verbraucherzentrale NRW 12.08.2020). Das Potenzial liegt also vermutlich bei einem Vielfachen des Bestands und es kann plausibel davon ausgegangen werden, dass ein relevantes ungenutztes Potenzial für Steckersolar besteht.

Dies wirft die Frage nach den Gründen auf, die einer Nutzung der technisch-wirtschaftlichen Potenziale von Steckersolargeräten entgegenstehen, wobei insbesondere Hemmnisse technisch-wirtschaftlicher, ästhetischer oder rechtlicher Natur vermutet werden können. Auch dürfte der Bekanntheitsgrad trotz der dynamischen Marktentwicklung insgesamt noch nicht sehr groß sein.

Um diese Fragen zu klären, wurden die wenigen vorliegenden Studien ausgewertet, Thesen entwickelt und im Februar 2022 eine Onlinebefragung durchgeführt (Bergner et al. 2022b). Die Befragung endete am 01. März 2022; der Angriff auf die Ukraine am 24. Februar 2022 hatte keinen sichtbaren Einfluss auf die Verteilung der Antworten. Gleichwohl ließe sich vermuten, dass die Sorge um Energiesicherheit eine vermehrte Nachfrage nach individuellen Stromerzeugungsmöglichkeiten wie beispielsweise Steckersolar bedingt. Insgesamt haben sich mehr als 6000 Personen für die Umfrage interessiert, von ihnen haben knapp 2200 den Fragebogen teilweise ausgefüllt. Etwa 1600 Personen haben die Umfrage abgeschlossen. Steckersolargeräte werden dabei bislang hauptsächlich von technikaffinen Männern betrieben, die oft auch schon Erfahrung mit PV-Anlagen mitbringen.

Im Kern bestätigte die Umfrage auf der Nachfrageseite die Ergebnisse der anbieterseitigen Befragung aus dem Herbst 2021 (Bergner et al. 2022a). Rund ein Drittel der Anlagen wurden aufgeständert sowie auf Balkon oder Terrasse installiert; etwa ein Viertel besteht aus mehr als zwei Modulen. Die wenigsten Anlagen werden finanziell gefördert.

Etwa ein Drittel der Anlagen wurde nach Angaben der befragten Nutzer:innen vollständig angemeldet. Das ist ein etwas höherer Anteil als aus den bisherigen

Erkenntnissen erwartet wurde (10 Prozent bis 20 Prozent). Etwa die Hälfte wurde gar nicht angemeldet. Die Motive reichen von Unwissenheit über das Nichterkennen der Sinnhaftigkeit bis hin zu einer ablehnenden Haltung gegenüber dem Netzbetreiber; hierzu lagen vorher keine Zahlen vor.

Um die Motive für Nutzer:innen und Interessierte bei der Anschaffung und Nutzung von Steckersolar herauszufinden, konnten elf vermutete Motive mit den fünf Optionen von „trifft voll und ganz zu“ bis „trifft gar nicht zu“ bewertet werden.

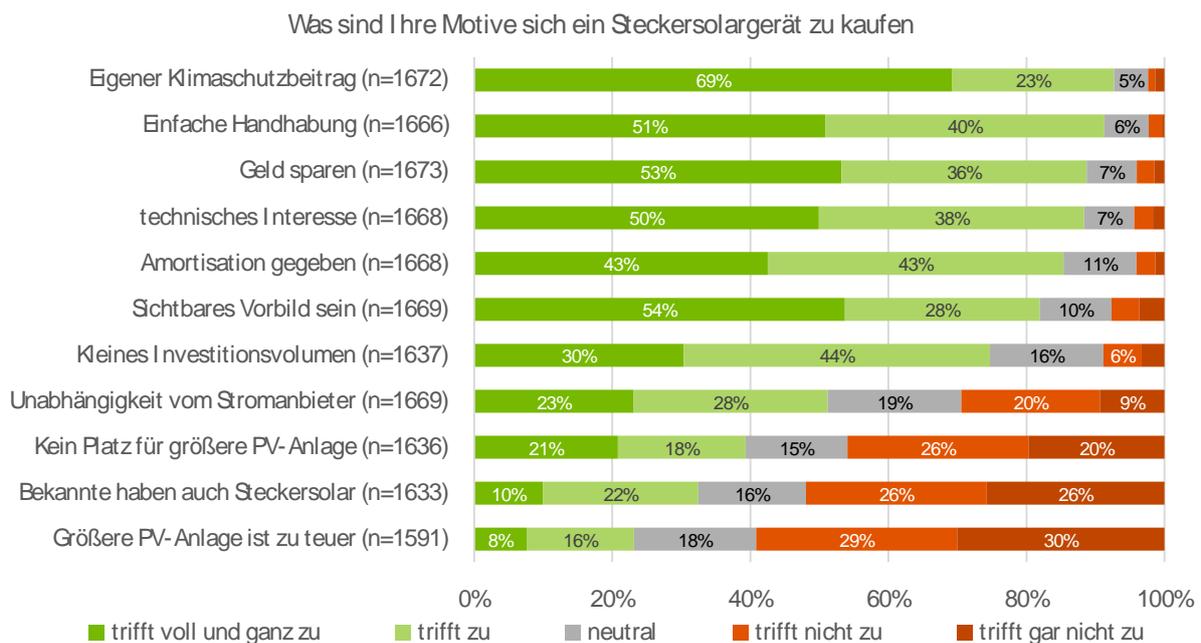


Abbildung 4: Angaben zu Motiven für die Nutzung von Steckersolargeräten (Bergner et al. 2022b).

Die vorhandenen Studien ließen eine Vielzahl an Motiven vermuten, die von der einfachen Handhabung über das geringe Investitionsvolumen und Wirtschaftlichkeitskriterien bis hin zu einer Reihe von klima- und umweltschutzbezogenen Motiven reicht. Diese Motive konnten durchgängig bestätigt werden. Nachahmungseffekte spielen hingegen bislang eine geringere Rolle als vermutet.

Die meisten tatsächlichen Nutzer:innen bewerten die Wirtschaftlichkeit ihrer Anlagen positiv; ein Hemmnis konnte hieraus nicht abgeleitet werden. Negativ bewertet wurde insbesondere die abschreckende Wirkung der komplizierten rechtlichen Regeln. Die befürchtete oder tatsächliche Ablehnung durch Nachbarn oder Vermieter:innen spielt hingegen eine geringere Rolle als vermutet.

Um die Barrieren für Nutzer:innen und Interessierte bei der Anschaffung und Nutzung von Steckersolar herauszufinden, konnten zehn vermutete Barrieren mit den fünf Kategorien von „trifft voll und ganz zu“ bis „trifft gar nicht zu“ bewertet werden. In Abbildung 5 ist die Verteilung der Antworten dargestellt.

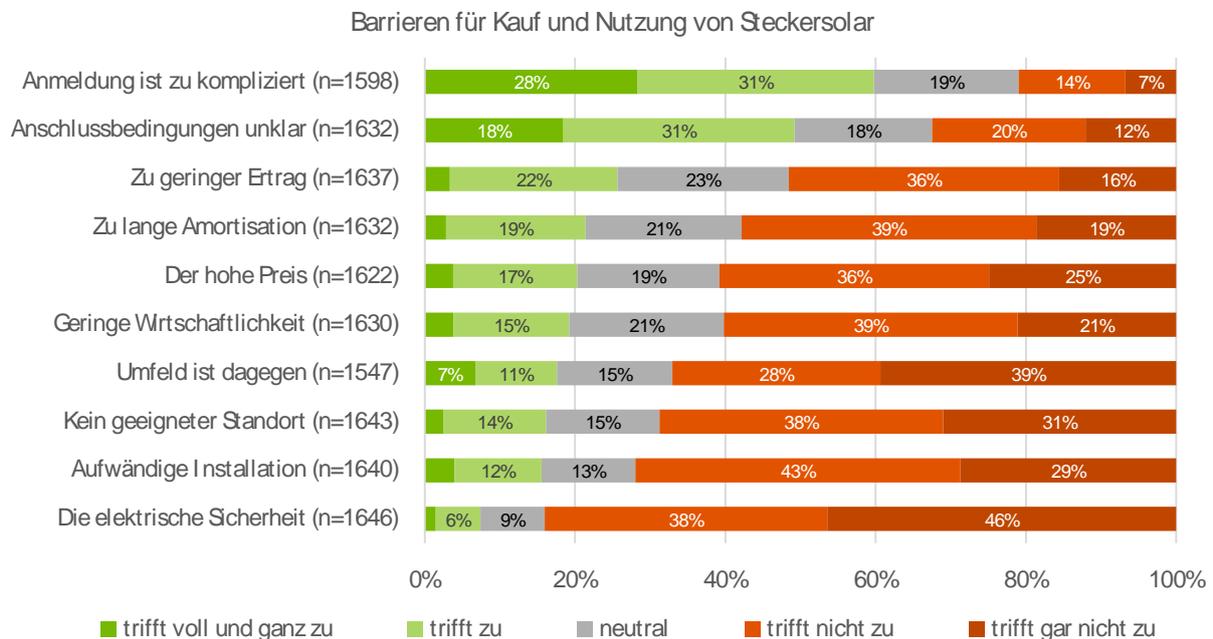


Abbildung 5: Angaben zu Barrieren für die Nutzung von Steckersolargeräten (Bergner et al. 2022b).

Zwei der zehn vermuteten Barrieren, welche beide den rechtlich-administrativen Rahmenbedingungen zuzuordnen sind, werden von mehr als der Hälfte der Befragten als Barrieren wahrgenommen. Das „Komplizierte Verfahren zur Anmeldung der Anlage“ wird mit 59 Prozent am häufigsten als Barriere wahrgenommen. Die „Rechtlichen Anschlussbedingungen sind unklar“ ist mit 49 Prozent die zweitwichtigste Antwort. Diese beiden Barrieren haben mit deutlichem Abstand die stärkste Zustimmung erhalten: 18 Prozent bzw. 28 Prozent stimmten der These voll und ganz zu. Den dritthöchsten Wert mit nur 7 Prozent hat der Aspekt „Vermieter und Nachbarn lehnen die Installation ab“ dargestellt in Abbildung 5 als „Umfeld ist dagegen“.

Mit der Frage nach nützlichen Hilfestellungen für Nutzer:innen und Interessierte wurde weitgehend Neuland betreten, denn Erkenntnisse zur Brauchbarkeit von Dienstleistungen zur Überwindungen von Barrieren von den Nutzer:innen und Interessierten lagen nur in sehr geringem Maße vor, beispielsweise in Form von Daten zur Inanspruchnahme von Hilfestellungen einzelner Anbieter. Daher sind die Erkenntnisse aus der Umfrage besonders wertvoll für die Ableitung von Verbesserungsmöglichkeiten sowie Entwicklungspotenzial. Im Rahmen des Forschungsprojekts „PV.plugin Tools“ war dabei von besonderem Interesse, inwieweit das im Projekt entwickelte Energiemangement ready2plugin als

überzeugend wahrgenommen wird, um die Nutzung von Steckersolar einfacher und sicherer zu machen.

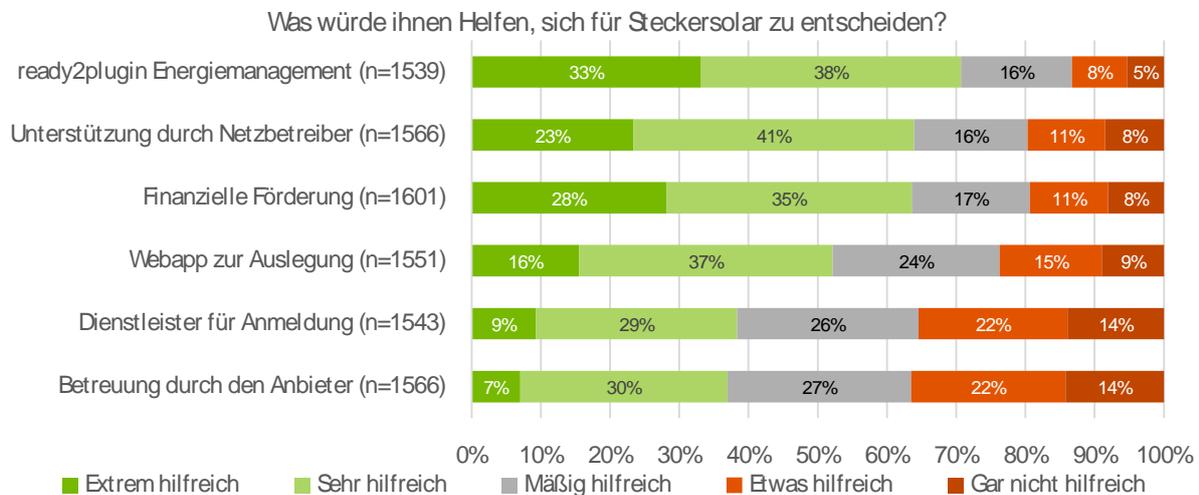


Abbildung 6: Angaben zum Unterstützungsniveau durch Dienstleistungen in Bezug auf Steckersolar (Bergner et al. 2022b).

Im Ergebnis zeigt sich, dass technischen Tools ein besonders hohes Vertrauen entgegengebracht wird. Konkret wurde „ein Energiemanagement-System, das „eine normgerechte, bürokratiearme und sichere Anbringung von Steckersolargeräten (...) ermöglicht“, von 71 Prozent als extrem oder sehr hilfreich eingeordnet, weitere 24 Prozent bewerteten es immerhin als mäßig oder etwas hilfreich.

Die Hälfte der Befragten findet „eine Web-App zur einfachen Planung und Bewertung (m)eines Steckersolargerätes“ mindestens sehr hilfreich, während 24 Prozent sie etwas hilfreich oder gar nicht hilfreich finden.

An zweiter Stelle folgt die Unterstützung durch Netzbetreiber. Gleichzeitig wurde über die mangelnde Unterstützung bzw. Behinderung durch die Netzbetreiber geklagt, sodass dies als Appell für einfachere administrativ-rechtliche Strukturen verstanden werden kann. Die finanzielle Förderung wird als gleichwertig starker Anreiz genannt, während die Betreuung durch Dienstleister und Anbieter als vergleichsweise weniger hilfreich eingeschätzt werden.

Fazit

Die derzeitigen energiepolitischen Entwicklungen, verbunden mit der bestehenden Dynamik im Markt und bei den Preisen für Steckersolargeräte lässt erwarten, dass die Nachfrage in den nächsten Jahren ebenso dynamisch wachsen wird.

Auf der Kehrseite – bei den Hemmnissen – lässt die aktuelle Entwicklung der Normierung und der technisch-rechtlichen Tools hoffen, dass Barrieren für die Nutzung

kleinster Solaranlagen sukzessive abgebaut werden. Der aktuelle Rechts- und Normenrahmen gibt einen Anreiz zur Auslegung von Steckersolargeräten nur für den Eigenverbrauch und damit unter Vermeidung von Netzeinspeisung. Aus der Perspektive des Klimaschutzes geht es aber darum, alle verfügbaren Flächenpotenziale zu nutzen. Größere Steckersolargeräte, wie sie von den Nutzer:innen gewünscht sind, könnten hier einen Beitrag leisten. Dies muss sich jedoch künftig stärker in der Weiterentwicklung der Normen sowie der Handhabung durch die Netzbetreiber zeigen. Denn eine einfache technische und auch administrative Handhabbarkeit von Steckersolar ist der ausdrückliche Wunsch von Nutzer:innen und Interessierten.

Der Beitrag von Steckersolargeräten zur klimaschonenden Energieerzeugung dürfte also absolut zunehmen, auch wenn er im Vergleich zu skalierbaren Techniken wie Freiflächen-PV-Anlagen nur begrenzt sein wird. Interessant könnte die Technik künftig auch in Kombination mit Speichern werden, deren Kosten derzeit ebenfalls fallen.

Der Wert kleiner, niedrighschwellig umsetzbarer Anlagen für die Akzeptanz der Energiewende und für das Technikverständnis dürfte insgesamt deutlich höher sein als die reine Stromerzeugung der Steckersolargeräte. Eine künftige Befragung sollte sich daher noch stärker auf diese Art von soziopsychologischen Fragen der Akzeptanzsteigerung durch die eigene sichtbare Beteiligung und die unmittelbar messbare Eigenerzeugung von Sonnenstrom konzentrieren. Ebenso spannend wäre es, die Frage der stärkeren Mobilisierung und Begeisterung von Frauen anzugehen, um dieses Potenzial für aktive Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu adressieren.

Literaturverzeichnis

Bergner, Joseph (2021): Schlaglichter auf Stecker-Solar-Anlagen. In: pv-magazine.de. Online verfügbar unter <https://www.pv-magazine.de/2021/06/24/schlaglichter-auf-stecker-solar-anlagen/>, zuletzt geprüft am 16.05.2022.

Bergner, Joseph; Hoelger, Rosa; Praetorius, Barbara (2022a): Der Markt für Steckersolargeräte 2022. Ergebnisse einer Erhebung und Befragung von Anbietern zu Marktvolumen, -struktur und -entwicklung in Deutschland. HTW Berlin. Berlin. Online verfügbar unter <https://solar.htw-berlin.de/studien/marktstudie-steckersolar-2022/>, zuletzt geprüft am 16.05.2022.

Bergner, Joseph; Hoelger, Rosa; Praetorius, Barbara (2022b): Nutzung von Steckersolargeräten 2022. Ergebnisse einer Umfrage zu kleinsten Photovoltaik-Geräten. HTW Berlin. Berlin. Online verfügbar unter <https://solar.htw-berlin.de/studien/nutzung-steckersolar-2022/>, zuletzt geprüft am 16.05.2022.

Hoelger, Rosa; Praetorius, Barbara (2021): Nutzungsmodelle, technische und rechtliche Rahmenbedingungen für Steckersolarsysteme. Technisches Arbeitspapier

1.2. HTW Berlin. Online verfügbar unter https://www.ifaf-berlin.de/media/TAP1.1_Recht_Technik-PV.Plugin.pdf, zuletzt geprüft am 16.05.2022.

Orth, Nico (2021): Energetische und ökonomische Bewertung von Stecker-Solar-Geräten. Masterarbeit. HTW Berlin, Berlin, zuletzt geprüft am 16.05.2021.

Verbraucherzentrale NRW (12.08.2020): Solarstrom vom Balkon: Potenzial für mehr als eine Million Geräte in NRW. Ministerin Heinen-Esser: Gute Möglichkeit für Mieterinnen und Mieter, zuletzt geprüft am 16.05.2022.