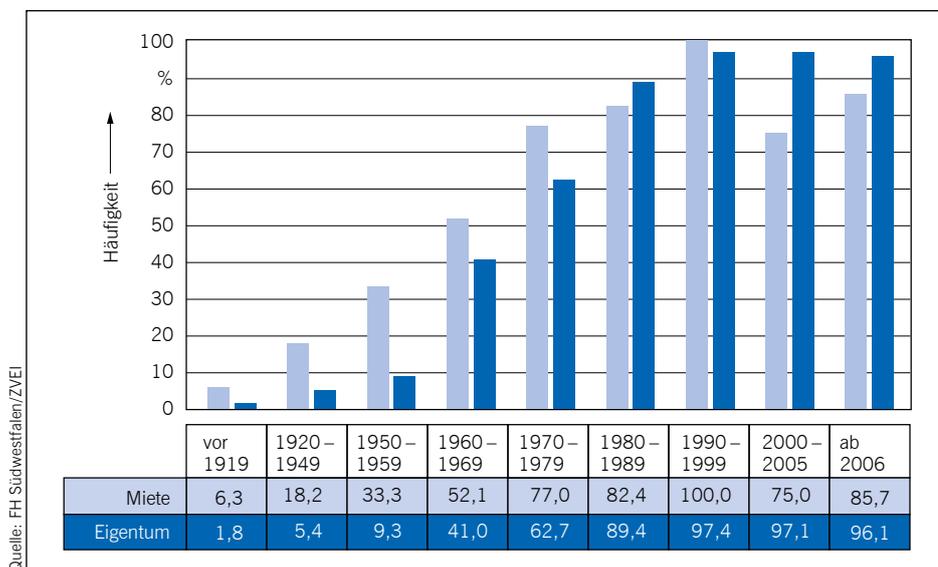


Normung von Steckersolargeräten

Wie gefährlich Steckersolargeräte wirklich sind

Wegen der hohen Endkundenpreise für Elektrizität ist das Interesse an Kleinst-PV-Anlagen auch in Deutschland stark gewachsen. Im Rahmen des Verbundprojektes Steckersolar wurde nun der Entwurf einer Produktnorm für Steckersolargeräte erarbeitet und untersucht, ob von den Komponenten alter Elektroinstallationen eine Brandgefahr ausgeht, wenn eine Mini-PV-Anlage oder ein sogenanntes Steckersolargerät mit einer maximalen Leistung von 600 W über Schuko-Stecker an einen Endstromkreis angeschlossen wird.



1 Gebäude, deren Elektroleitungen noch nicht saniert wurden; Datenerfassung 2011

Auch für die Inbetriebnahme einer Mini-PV-Anlage mit einer maximalen Leistung von 600 W besteht gemäß der Niederspannungsanschlussverordnung (NAV) [1] und der Anwendungsregel VDE-AR-N 4105 [2] eine Anmeldepflicht beim zuständigen Netzbetreiber. Die Norm ermöglicht eine vereinfachte Inbetriebnahme von steckerfertigen PV-Anlagen unter festgelegten Bedingungen. Zudem müssen Endverbraucher ihre Mini-PV-Anlagen über das Marktstammdatenregister der Bundesnetzagentur registrieren lassen. Die Anforderungen für den Anschluss einer Mini-PV-Anlage an den Endstromkreis sind

in der Vornorm DIN VDE V 0100-551-1 (VDE V 0100-551-1) [3] aufgeführt.

Vorhandene Einrichtungszähler müssen entweder über eine Rücklaufsperrverfügen oder gegen einen Zweirichtungszähler ausgetauscht werden. Zum Anschluss ist eine Energiesteckvorrichtung erforderlich.

Ob diese Energiesteckvorrichtungen mit Schuko-Steckern und Steckdosen realisierbar sind, ist umstritten. Steckersolargeräte mit Schuko-Steckern können die geforderten Sicherheitsanforderungen (Freisaltung der Steckkontakte, Isolationsüberwachung etc.) erfüllen. Ob dabei gealterte Stromkreise überlastet werden können, wurde im Rahmen des Projektes „Steckersolar“ untersucht.

Altersstruktur von Elektroinstallationen

Um zu verhindern, dass die Sicherheit der Gebäudeinstallation durch eine mit einem

herkömmlichen Stecker ausgerüstete Mini-PV-Anlage negativ beeinflusst wird, sind weitere Überlegungen erforderlich.

Die erste Aufgabe des Projektes Steckersolar, das durch das Programm „WIPANO“ (Wissens- und Technologietransfer durch Patente und Normen) gefördert wird, bestand darin, die Altersstruktur von Elektroinstallationen in Gebäuden in Deutschland zu ermitteln. 2011 führte die Fachhochschule Südwestfalen eine Studie dazu durch, deren Ergebnisse in einer ZVEI-Studie [4] veröffentlicht wurden. Ein wesentliches Ergebnis war, dass mehr als zwei Drittel der Elektroinstallationen in Gebäuden schon über 40 Jahre in Betrieb sind (Bild 1).

Aus dem grundsätzlichen Sanierungsstand sowie dem Gebäudealter konnten Rückschlüsse auf Alter der Elektroleitungen gewonnen werden. Etwa 80 % der älteren Gebäude bis 1950 sind saniert worden. Die übrigen Gebäude sind zum Teil stark sanierungsbedürftig. Gebäude der Jahre 1950 bis 1979 verfügen über die ältesten Elektroleitungen. Die Elektroinstallation wurde zu meist teilsaniert, wobei unter Putz verlegte Elektroleitungen dabei nicht erneuert wurden. Da es keine allgemeine Pflicht zur Erneuerung einer Elektroinstallation gibt, sind relativ viele historische Installationen noch in Betrieb. In den neuen Bundesländern wurden inzwischen sehr viele Anlagen saniert. Eine Besonderheit ist, dass in Ostdeutschland überwiegend Aluminiumleitungen zum Einsatz kamen.

Schlimmster Fall und Belastungsschwerpunkte

Um das Risiko und die Gefährdung durch Steckersolargeräte einzuschätzen, wurden die „ungünstigsten“ Bedingungen (Worst Cases) untersucht, die in alten Elektroinstallationen angetroffen werden:

- Aluminiumkabel mit Isoliermaterial aus Gummi bzw. PVC;
 - Verlegung von Leitungen in wärme gedämmten Wänden (Verlegeart A2);
 - Schraubverbindungen bei Aluminiumleitungen;
 - Verteilerdosen bzw. Steckdosen unter Putz.
- Um herauszufinden, wie es zu einer Überlastung und zu kritischen Fällen mit Steckersolargeräten kommen kann, wurden die Belastungsschwerpunkte in einem üblichen Haushaltstromkreis analysiert. Dabei wurde untersucht, welche Ströme eigentlich entstehen können.

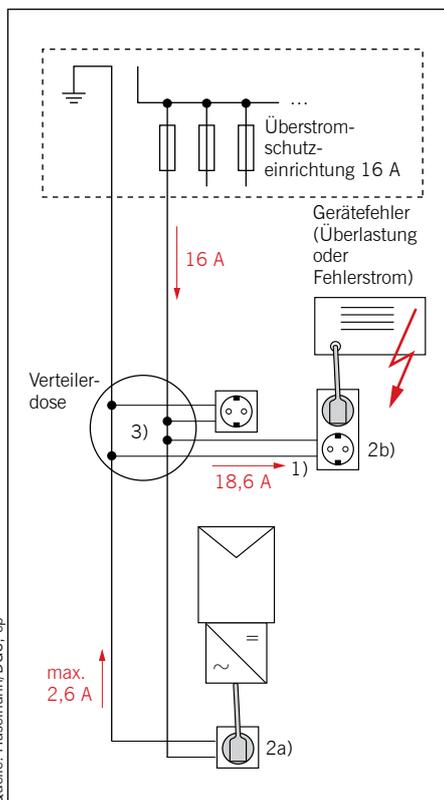
Die Leistung für Steckersolargeräte ist nach einem ersten Normentwurf auf 600 W begrenzt. Somit ist der maximale Strom an der

Autor

Dipl.-Ing. Ralf Haselhuhn ist Vorsitzender des Fachausschusses Photovoltaik der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e. V. (DGS).

einspeisenden Steckdose (Belastungspunkt 2a in Bild 2) auf 2,6 A begrenzt, sodass es zu keiner Überlastung kommen kann. Allerdings speist das Steckersolargerät hinter der Absicherung des Stromkreises den Strom mit maximal 2,6 A in den Verbraucherstromkreis ein. Übliche Haushaltstromkreise sind mit 10 bzw. 16 A abgesichert. Bei einem Gerätefehler bzw. einem Überstrom in der

Verbrauchersteckdose (Belastungspunkt 2b in Bild 2) summieren sich die Ströme vom Steckersolargerät und vom Netz auf 18,6 A. Wenn der Strom zu hoch wird, lösen die Überstromeinrichtungen aus. Zu beachten ist, dass Sicherungsautomaten entsprechend Norm bei 1,45-fachem Nennstrom I_n auslösen (großer Prüfstrom) und bei Schmelzsicherungen der Normwert zur sicheren Auslösung das 1,6-Fache des Nennstroms I_n beträgt. Eine Überlastung bzw. ein Fehlerstrom muss demnach bei 16-A-Sicherungsautomaten kleiner als 25,8 A sein und bei 16 A-Schmelzsicherungen kleiner als 28,2 A. Somit darf ein Gerätefehler nur diesen durch die Absicherung bestimmten maximalen Strom zur Folge haben, was unwahrscheinlich ist – aber nicht auszuschließen. Damit jedoch der maximale Strom von 2,6 A eingespeist wird, bedarf es zeitgleich sowohl einer maximalen Einstrahlung am Solarmodul als auch einer Modultemperatur von höchstens 25 °C. Diese Gegebenheiten sollten mindestens 1,5 Stunden vorherrschen, um eine kritische Erwärmung zu erreichen. Sonst reicht die Zeit für eine kritische Erwärmung nicht aus. Neben den Steckdosen werden dann auch die Leitungen, die Verbrauchersteckdose sowie die Verteilerdose (Belastungspunkt 3 in Bild 2) mit einem höheren Strom belastet.



Quelle: Haselthuhn/DGS, ep

2 Ermittlung von Belastungsschwerpunkten, wenn eine Mini-PV-Anlage über einen herkömmlichen Stecker in einen Endstromkreis einspeist

Tabelle 1 Untersuchte Installationsleitungen

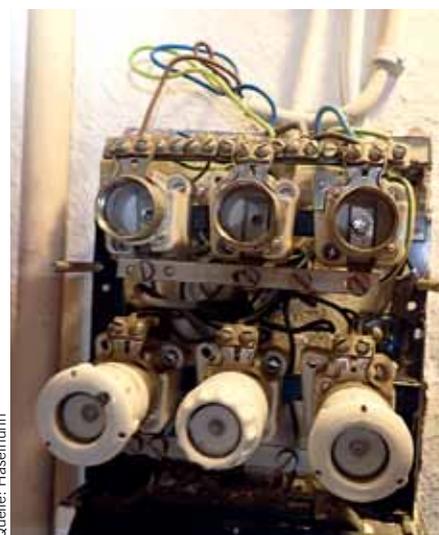
Leitung	Material	Querschnitt in mm ²	Ausführung	Aderisolierung	Betriebstemperatur in °C
NYM	Cu	3 × 1,5	starr	PVC	70
	Cu	3 × 2,5	starr	PVC	70
NIAYYfi-J	Al	3 × 2,5	starr	Plast	70
H07RN-F	Cu	3 × 1,5	flexibel	Gummi	60



Quelle: Haselthuhn



Quelle: Haselthuhn



Quelle: Haselthuhn

3, 4, 5 Bilder der alten Elektroinstallation vor Ort:

Hier eine Aluminiumleitung und Bakelitsteckdose in Hohen Neuendorf

Hier Aluminiumleitungen und TGL-Verteilerdose aus der DDR in der Nähe von Pasewalk

Hier Kupferleitungen und Sicherungskasten in einer Wohnung in München

Untersuchung der Installationen

Zur Ermittlung von Belastungsschwerpunkten im „Worst Case“ wurden die Elektroinstallationen dreier Häuser bei Pasewalk (Mecklenburg-Vorpommern), Hohen Neuendorf (Brandenburg) und München (Bayern) untersucht, die im Zeitraum 1960–1979 gebaut wurden. Um die Untersuchungen der Bauteile zu ermöglichen, fanden die Arbeiten sowohl Vorort statt als auch teilweise in einem Labor. Bei den Elektroinstallationen fanden wir unterschiedliche Ausführungen vor (Bilder 3, 4, 5). Die Installationen in Pasewalk und Hohen Neuendorf waren mit Aluminiumleitern umgesetzt, die Installation in München mit Kupfer-Leitern.

Untersuchung der Installationsleitungen

Insgesamt wurden sechs Versuchsreihen mit insgesamt 109 relevanten Messungen durchgeführt. Die Versuchsobjekte wurden mehrfach mit unterschiedlichen Stromstärken (8 A, 16 A, 20,68 A ($I_{max} [A] \times 1,13$ (kleiner Prüfstrom) + 2,6 A) bis zum großen Prüfstrom zuzüglich 2,6 A Steckersolargerät) in unterschiedlichen Verlegearten (A2; B2; C und frei in Luft) vermessen und thermografiert.



Quelle: Haselhuhn

6 – 9 Laborvermessung von Steckdosen und Verteilerdosen verschiedener Baujahre 1950 bis 1980



Quelle: Haselhuhn

7



Quelle: Haselhuhn

8



Quelle: Haselhuhn

9

Tabelle 2 Kritische Erwärmung von Isolierstoffen

Temperatur	Eigenschaften/Grenzwerte
150 °C	PVC bildet Chlorwasserstoffgas
160 °C	maximale Kurzschluss temperatur der Leitung
200 °C	Zersetzungstemperatur PVC
200 °C	minimaler Flammpunkt von Baustoffen nach DIN 4102-1 [6]

Tabelle 3 Ermittlung der Belastbarkeitsreserven der Leitungen bei $\Delta T = 70 \text{ K}$

Leitung	Velegeart	kritischer Strom I_{kritisch} in A	Reserve in A bei Absicherung mit	
			16 A	10 A
NYM (3 × 1,5)	A2	16,5	0,5	6,5
	B2	20,7	4,7	10,7
	C	26	10,0	16,0
	E	26,9	10,9	16,9
	B2 – Häufung	17,8	1,8	7,8
NYM (3 × 2,5)	A2	22,1	6,1	12,1
	B2	29,5	13,5	19,5
	C	37,1	21,1	27,1
	E	42,8	26,8	32,8
NIAYYfl-J (3 × 2,5)	A2	15,7	–	5,7
	B2	20,9	4,9	10,9
	C	27,5	11,5	17,5
	E	27,1	11,1	17,1

Die Betriebstemperaturen der Installationsleitungen betragen 60 bzw. 70 °C (Tabelle 1). Um die Gefährdung einschätzen zu können, müssen die Materialkennwerte der verwendeten Isolierstoffe herangezogen werden. So beträgt die Entflammungstemperatur von PVC-Isolation 390 °C und die minimale Zersetzungstemperatur 200 °C [5]. Als zulässige Temperaturdifferenz wurde bei den Leitungen deshalb eine Differenz von 70 K unterstellt (Tabelle 2).

Ergebnis. Die Belastung der Leitungen zeigt, dass fast alle Leitungen in den verschiedenen Verlegearten genügend Stromreserve für das Steckersolargerät aufweisen (Tabelle 3). Nur Leitungen in Verlegeart A2 mit Kupfer NYM 3 × 1,5 mm² und Aluminium NIAYYfl-J 3 × 2,5 mm² in Wärmedämmungen zeigen eine höhere Temperaturdifferenz und damit eine geringere Stromreserve. Da der zulässige Strom I_z der Leitungen nach DIN VDE 0298-4 (VDE 0298-4) [7] geringer als 16 A ist, muss dann der jeweilige Stromkreis mit einem Sicherungswert von 13 A bzw. 10 A abgesichert sein. Bei einer entsprechenden Absicherung nach Norm ist dann eine ausreichende Reserve für das Steckersolargerät vorhanden.

Untersuchung von Steckdosen

Für neue Steckdosen und Schraubverbindungen gelten nach der Produktnorm DIN VDE 0620-1 (VDE 0620-1) [8] die folgenden Prüfkriterien: Bei einem Bemessungsstrom von 16 A beträgt der Prüfstrom 22 A, der eine Stunde anliegt. Die Temperaturerhöhung darf maximal 45 K betragen. Als zulässige Temperaturdifferenz für die gealterten Steckdosen und Schraubverbindungen wurden auf Basis der Materialwerte nach Tabelle 1 eine Differenz von 75 K unterstellt. Als kritische Temperaturdifferenz wurden maximal 105 K angesetzt. Als Stecker für die Stromzufuhr wurden gebrauchte Schuko-Stecker HY005-F verwendet, die teilweise zerkratzt und oxidiert waren, um auch hier den ungünstigsten Fall zu unterstellen.

Ergebnis. Insgesamt wurden 14 Steckdosen unterschiedlichen Typs (Tabelle 4) untersucht. Sämtliche Steckdosen wiesen starke Gebrauchsspuren auf (Bilder 6, 7, 8, 9). Die Prüfung ergab (Bild 10), dass zwei Steckdosen das Normkriterium 45 °C für neue Steckdosen bestehen. Alle Steckdosen bleiben unter einer Temperaturdifferenz von $\Delta T = 75 \text{ K}$, sodass keine kritischen Materialgrenzwerte erreicht werden. Die Steckdose vom Typ Bakelit 3500/1 weist die größte Temperaturerhöhung (75 °K) auf, ist jedoch im Betrieb mit 10 A abgesichert.



Quelle: Haselhuhn

10 Vorortmessungen einer Steckdose mit Temperatursensor zum Temperaturverlauf



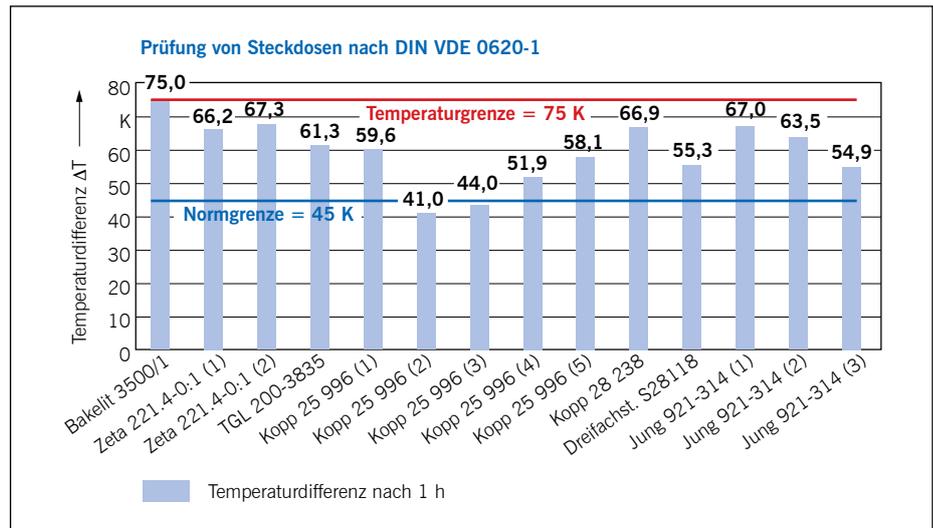
Quelle: Haselhuhn

11 Kontrolle der Vorortmessungen mit Thermographiekamera

Es kann somit folgendes festgestellt werden: Wenn diese Steckdosen fachgerecht installiert wurden und nicht beschädigt sind, geht von diesen am Belastungsschwerpunkt 2a) (Bild 2) keine Brandgefährdung aus, da bei Steckersolargeräten mit einer Leistung von 600 W nur ein Strom von 2,6 A fließt. Die größte Belastung bei den Versuchen war der maximale Prüfstrom von 25,8 A. Kommt es an Verbrauchersteckdosen am Belastungsschwerpunkt 2a) (Bild 2) durch Gerätefehler zu einem Überstrom, kann bei gleichzeitiger maximaler Solarstromeinspeisung ein Gesamtstrom dieser Höhe resultieren. Die Temperaturdifferenzen, die sich dann einstellen, betragen bis zu 75 K. Sind diese Steckdosen fachgerecht installiert und nicht beschädigt, kommt es zu keiner Schädigung, da kritische Materialgrenzwerte nicht erreicht werden. Eine Brandgefährdung ergibt sich damit selbst bei diesen bis zu 70 Jahre alten Geräten nicht.

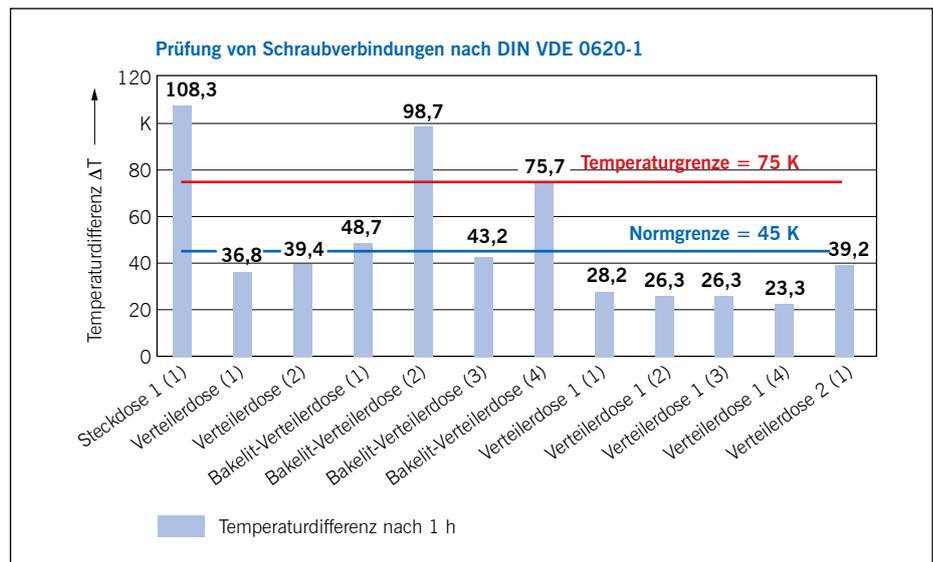
Tabelle 4 Untersuchte Steckdosen-Typen

Steckdose	Baujahr	Leitermaterial	Schutzkontakt	Verlegeart	Bemessungsstrom-/spannung in A/V
Bakelit 3500/1	bis 1960	Al	ja	AP	10/250
Zeta 221.4-0:1	bis 1960	Al	nein	AP	10/250
TGL 200-3835	1960–1979	Al	ja	UP	10-16/250
Kopp 25996	ab 1980	Cu	ja	UP	10-16/250
Kopp 28238	ab 1980	Cu	ja	UP	10-16/250
Dreifachsteckdose S28118	ab 1980	Cu	ja	AP	10-16/250
Jung 921-314	ab 1980	Cu	ja	UP	10-16/250



Quelle: Haselhuhn, ep

10 Auswertung der Versuchsreihen mit Steckdosen



Quelle: Haselhuhn, ep

11 Auswertung der Versuchsreihen mit Verteilerdosen

Verteilerdosen und Schraubverbindungen

Die Vermessung der Schraubverbindungen (Tabelle 5) in den Verteilerdosen (Belastungsschwerpunkt 3) (Bild 2) erfolgte mit

den Stromstärken 8 A, 16 A und 25,8 A (16 A × 1,45 (großer Prüfstrom) + 2,6 A). Im Vergleich zu Steckdosen bestehen weitaus mehr Verteilerdosen die Normkriterien für neue Installationen (Bild 11). Allerdings weist eine Dose auch den höheren Maximalwert

Tabelle 5 Untersuchte Schraubverbindungen in Verteilerdosen/Geräten

Schraubverbindung	Baujahr	Leitermaterial	Anzahl der Schraubverbindungen	Einbausituation
Steckdose 1 (Hohen Neuendorf)	bis 1960	Al	2	auf Putz
Verteilerdose (Hohen Neuendorf)	bis 1960	Al	2	auf Putz
Bakelit-Verteilerdose	bis 1960	Al	4	auf Putz
Verteilerdose (Pasewalk)	1960–1979	Al	8	unter Putz
Verteilerdose (München)	bis 1960	Co	4	unter Putz

für die Temperaturdifferenz auf. Die drei Schraubverbindungen mit einer Temperaturdifferenz $\Delta T > 75 \text{ K}$ sind im Labor vermessen worden und Extremfälle. Durch den Ausbau wurden die Aluminium-Installationsleitungen gelockert und die Festigkeit der Verbindung beeinflusst. Um die Untersuchung nicht zu beeinflussen, wurden die Schraubverbindungen nicht nachgezogen. Die noch eingebauten Verteilerdosen wiesen geringere Temperaturdifferenzen kleiner 40 K auf. Somit hielten diese trotz ihres Alters von über 50 Jahren die Normwerte ein. Die Schraubverbindung Verteilerdose 1 (4) (Pasewalk) wies eine Temperaturerhöhung von 23,3 K auf. Sie stellt damit eine perfekte Schraubverbindung dar, obwohl sie eine Aluminiuminstallation aus den 1970er Jahren ist.

Die in Hohen Neuendorf ausgebaute Verteilerdose zeigte bei der Labormessung den Maximalwert der Temperaturdifferenz von 108,3 K bei einem Strom von 25,8 A (Bild 12). Die Ursache dafür war, dass durch den Ausbau die Aluminiumleitungen nur noch sehr locker unter den Schrauben verbunden waren. Die Schrauben waren zudem stark korrodiert, sodass der Übergangswiderstand stark erhöht war. Leider konnte die Verteilerdose nicht vor dem Ausbau vermessen werden.

Bei der Realmessung vor Ort in der Wohnung in München mit Elektroinstallation aus den 1960er-Jahren und Kupferleitungen ergab sich nach 1,5 Stunden Bestromung mit 25,8 A bei der Verteilerdose unter Putz eine Stagnationstemperatur von 60,3 °C und damit eine maximale Temperaturdifferenz von 39,2 K. Somit liegt die gemessene Temperaturdifferenz unter 45 K entsprechend der Norm für neue Elektroinstallationen (Bilder 13 und 14).

Der Vergleich von Labormessung und Realmessung vor Ort war am Objekt bei Pasewalk möglich. Die Elektroinstallation konnte vor Ort vermessen, dann ausgebaut und später noch einmal im Labor vermessen werden. Die Labormessungen der Verteilerdose wiesen höhere Temperaturen auf, vor allem, weil durch den Abbau und Transport die Schraubverbindungen der Aluminiumleitungen gelockert wurden.

Im Vergleich zur „Worst Case“-Verteilerdose aus Hohen Neuendorf waren die Aluminiumleiter hier jedoch noch fester geklemmt. Allerdings ließen sich diese in den Schraubverbindungen etwas bewegen. Im Vergleich des Temperaturverlaufs zwischen Real- und Labormessung ergibt sich eine um etwa 20 K höhere Temperaturdifferenz.

Fazit

Generell sollten Elektroinstallationen, die ihre Lebensdauer von 40 Jahren überschritten haben, auf Beschädigungen geprüft, bedarfsweise saniert oder erneuert werden. Im Rahmen des durch WIPANO geförderten Verbundprojektes Steckersolar wurden die Installationen dreier „alter“ Häuser daraufhin untersucht, ob von deren Komponenten eine Brandgefahr ausgeht, wenn an diese ein Steckersolargerät mit einer maximalen Leistung von 600 W angeschlossen wird.

Es lässt sich feststellen, dass von den untersuchten Leitungen, Geräten und Schraubverbindungen keine Brandgefahr ausgeht, wenn die bestehende (alte) Elektroinstallation fachgerecht sowie entsprechend den zum Errichtungszeitpunkt gültigen Normen erfolgte, nicht beschädigt ist und der zulässige Strom des Steckersolargerätes den Wert von maximal 2,6 A je Stromkreis (600 W) nicht überschreitet.

Die Untersuchungen an den Leitungen in den verschiedenen Einbausituationen ergaben, dass hier der Schutz der Leitungen in den Verlegearten B2, C und E bei Überstrom gewährleistet ist. Bei der Verlegung in Wärmedämmung entsprechend Verlegeart A2 sind die Belastbarkeitsreserven zu gering zur Kompensation des Überstroms. Allerdings muss die Leitung des entsprechenden Stromkreises nach Norm auch ohne Steckersolargerät mit 13 bzw. 10 A abgesichert werden, sodass dann wieder eine ausreichende Reserve vorhanden ist. Der Belastung durch das Steckersolargerät halten alle untersuchten Steckerdosen stand. Bei einer Belastung durch einen Gerätefehler/Überstrom an der Verbraucher-



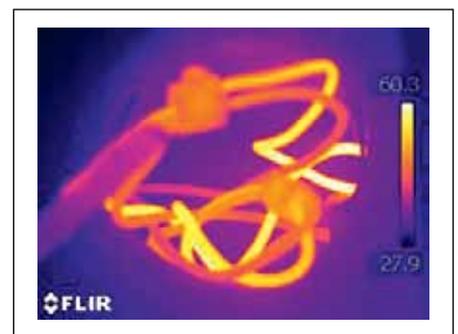
Quelle: Haselhuhn

12 Ungünstigster Fall (Worst Case): Schraubverbindungen in einer der Verteilerdosen in Hohen Neuendorf



Quelle: Haselhuhn

13 Untersuchung der Verteilerdose mit Kupferleitungen in der Münchener Wohnung vor Ort



Quelle: Haselhuhn

14 Thermografie der Verteilerdose mit Kupferleitungen in der Münchener Wohnung vor Ort

steckdose bei gleichzeitiger maximaler Solarstromspeisung erwärmte sich keine Steckdose um mehr als 75 K.

Bei den untersuchten Verteilerdosen variieren die Temperaturen deutlich. Allerdings wiesen nur die ausgebauten Verteilerdosen und Schraubverbindungen mit Aluminiumleitungen Temperaturdifferenzen über 75 K auf. Durch Abbau, Transport und Präparation wurden die Schraubverbindungen massiv in Mitleidenschaft gezogen.

Es lässt sich also feststellen, dass eine Mini-PV-Anlage bis 600 W (maximal 2,6 A je Stromkreis) mit herkömmlichem Stecker durchaus an eine 60 Jahre alte Elektroinstallation angeschlossen werden könnte, wenn diese fachgerecht sowie entsprechend den zum Errichtungszeitpunkt gültigen Normen erfolgte und frei von Beschädigungen ist. Der Normenarbeitskreis AK 373.0.4 der DKE hat deshalb den Entwurf einer Gerätesicherheitsnorm für Steckersolargeräte bis 600 W mit Schukostecker erarbeitet und zur Abstimmung eingebracht.

Fakt ist aber, dass Solargeräte, die ihren Strom über einen Schukostecker und eine Verbrauchssteckdose einspeisen sehr umstritten sind und seitens der Versicherungswirtschaft, des FNN, des BDEW und des ZVEH massiv in der Kritik stehen.

Wie die endgültige Norm aussehen wird, bleibt somit abzuwarten.

Literatur

- [1] Verordnung über Allgemeine Bedingungen für den Netzanschluss und dessen Nutzung für die Elektrizitätsversorgung in Niederspannung (Niederspannungsanschlussverordnung – NAV) vom 1. November 2006 (BGBl. I S. 2477); zuletzt geändert durch Art. 35 G v. 23.06.2021 | 1858.
- [2] VDE-AR-N 4105 Anwendungsregel:2018-11 Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz – Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz.
- [3] DIN VDE V 0100-551-1 (VDE V 0100-551-1):2018-05 Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-55: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Andere Betriebsmittel – Abschnitt 551: Niederspannungsstromerzeugungseinrichtungen – Anschluss von Stromerzeugungseinrichtungen für den Parallelbetrieb mit anderen Stromquellen einschließlich einem öffentlichen Stromverteilungsnetz.
- [4] Zustandserhebung elektrischer Anlagen für Gebäude Herausgeber; ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V., Fachverband Elektroinstallationssysteme, Frankfurt am Main, Oktober 2015.
- [5] VdS 2516:2000-12 (01) Kunststoffe – Eigenschaften, Brandverhalten, Brandgefahren, VdS Schadenverhütung GmbH.
- [6] DIN 4102-1:1998-05 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen.
- [7] DIN VDE 0298-4 (VDE 0298-4):2013-06 Verwendung von Kabeln und isolierten Leitungen für Starkstromanlagen – Teil 4: Empfohlene Werte für die Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen für feste Verlegung in und an Gebäuden und von flexiblen Leitungen.
- [8] DIN VDE 0620-1 (VDE 0620-1):2021-02 Stecker und Steckdosen für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen an ortsfeste Steckdosen.

Zeit ist ...



Die **neuen Unterputz- und Hohlwanddosen der WIN-Series** von OBO sind die erste Wahl für alle, die am liebsten effizient arbeiten. Mit innovativen Produktdetails, die neue Maßstäbe für eine schnelle und einfache Installation setzen. Jetzt kennenlernen!



win-series.com/de

Building Connections

