

Kurzbericht: Steckersolar 800 W

HTW Berlin – 02/2025

Joseph Bergner



Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

Abstract

Die datenbasierte Analyse dieses Berichtes unterstreicht damit, dass die bisherige Bewertung einer Bagatellgrenze von 800 W keinerlei Kompromisse zu Lasten der Sicherheit macht.

The data-driven analysis in this report emphasises that the previous assessment of a de minimis limit of 800 W does not compromise any safety.

1 Einleitung	1
2 Stromänderung durch Steckersolargerät	1
2.1 DC: 800 W, AC: 600 W.....	2
2.2 DC: 800 W, AC: 800 W.....	3
2.3 DC: 2000 W, AC: 800 W.....	4
3 Temperaturänderung des Leiters	5
3.1 DC: 800 W, AC: 600 W.....	5
3.2 DC: 800 W, AC: 800 W.....	6
3.3 DC: 2000 W, AC: 800 W.....	7
4 Bewertung der Brandwahrscheinlichkeit	8
5 Zusammenfassung	9
6 Literatur	9

1 Einleitung

Die hier dargestellten Untersuchungen basieren auf einem Bericht des PI Berlin [1]. Entsprechend dem Stand der damaligen technischen Diskussionen wurde die Leistung mit 600 W angenommen. In der Produktnorm für Steckersolargeräte wurde die AC-Leistung des Wechselrichters mit 800 W diskutiert [2]. Mit der Einführung des Steckersolargerätes im Rahmen einer EEG-Reform wurde dem normativen Prozess vorgegriffen und eine Leistung von 2000 W (DC) und 800 W (AC) als Leistungsgrenze für das Steckersolargerät festgelegt [3,4]. Diese Leistungswerte bedürfen einer erneuten Bewertung.

Im folgenden werden die verschiedenen Ergebnisdarstellungen des PI-Berichtes mit den aktualisierten Rahmenbedingungen dargestellt und kurz erläutert. Hierbei wird zuerst auf die Stromänderung durch die Einspeisung eines Steckersolargerätes Bezug genommen. Im zweiten Schritt wird daraus eine Leitertemperatur berechnet und im dritten Schritt erfolgt die Bewertung der Brandwahrscheinlichkeit und der Reduzierung der Lebensdauer durch die „zusätzliche“ Belastung.

Hierbei werden zwei Fälle einer in Anlehnung an Verlegeart A2 nach *DIN VDE 0100-430* verlegten Leitung betrachtet. Für Details zur Verlegeart und den betrachteten Fällen, siehe [1].

1. theoretischer Fall zur Bewertung der maximalen Belastung unter normativ ungünstigsten Bedingungen. Die Leitung ist bereits mit 1,13-fachen des Nennstroms vorbelastet.

Ziel: Nachweis der Leitertemperatur unter kritischer Materialtemperatur.

2. realistischere maximale Belastung auf Basis realer Haushaltslastprofile. Der Untersuchung liegen Haushaltslastprofile in minütlicher Auflösung zu Grunde [5].

Ziel: Nachweis zu erwartender maximaler Belastung

Anmerkung: Die dauerhaft vollständig ausgelastete in Dämmung verlegte Leitung stellt eine rein theoretische Maximalwertbetrachtung dar. Nur die Annahme, dass im Stromkreis, in dem das Steckersolargeräte einspeist im selben Maße mehr Leistung bezogen würde rechtfertigt eine Betrachtung einer punktuellen Überlastung. Es ist zu erwähnen, dass bereits die Auslastung mit 113 % des Nennstroms, wie in [1] angenommen, zu einer unzulässigen Erwärmung und deutlich verkürzten Lebensdauer der Betriebsmittel führen würde. Es geht daher bei dieser Untersuchung explizit um die Prüfung, ob selbst unter vollkommen widrigen Umständen die Leitertemperatur kleiner als die Flammtemperatur bleibt.

2 Stromänderung durch Steckersolargerät

Im Folgenden wird betrachtet, welche Ströme in den Leitern und Hausanschlüssen mit Steckersolargerät zu erwarten sind.

2.1 DC: 800 W, AC: 600 W

Die dauerhaft ausgelastete Leitung könnte theoretisch mit höheren Strömen überlastet werden. Dabei stellt sich ein sekundäres Maximum bei 20,7 A ein (+29 % Überlast), siehe Abbildung 2.1.

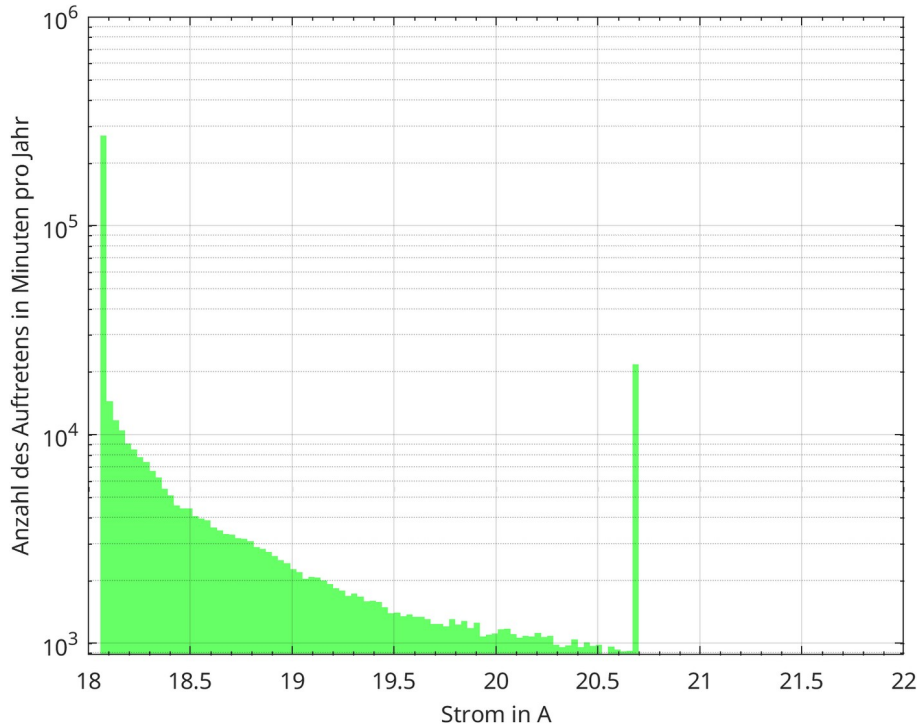


Abbildung 2.1: Logarithmische Häufigkeitsverteilung des Stroms im Leiter bei maximaler Belastung.

In Abbildung 2.2 ist zu erkennen, dass das Steckersolargerät realistischere durch unterschiedliche Orte der Einspeisung in der Regel eher ent- als belastet. Einzelne Haushalte der Simulationen können eine kurzzeitige Mehrbelastung (<3 min) durch das Steckersolargerät erfahren, die thermisch als irrelevant zu betrachten ist.

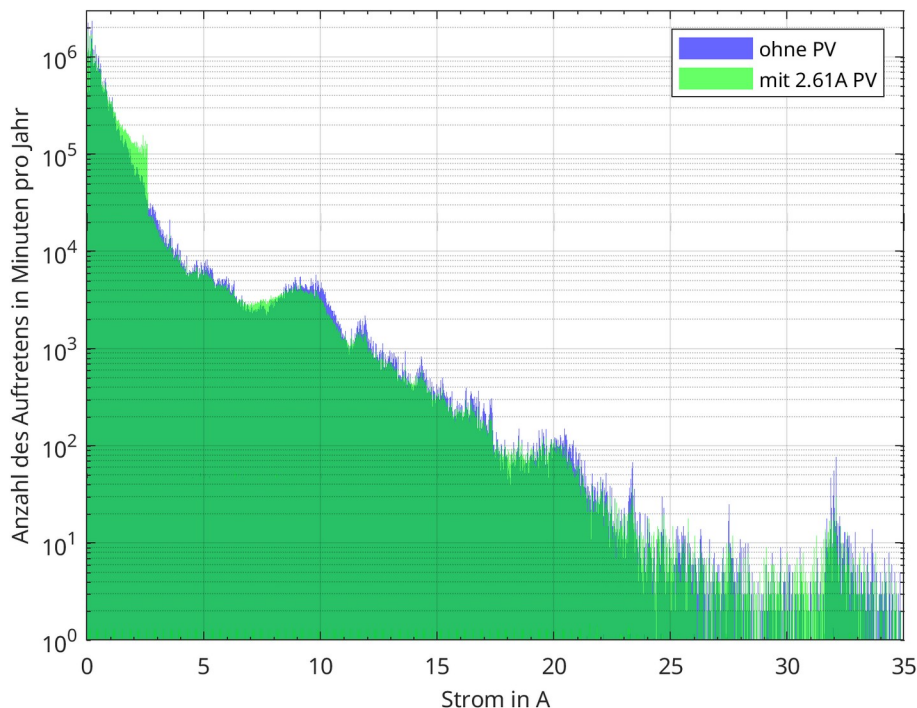


Abbildung 2.2: Logarithmische Häufigkeitsverteilung des Strom im Leiter bei realer Belastung.
(Daten: 74 Haushalte mit 3 Phasen)

2.2 DC: 800 W, AC: 800 W

Bei der dauerhaft mit 18,08 A ausgelasteten Leitung käme es durch eine Einspeisung von 800 W bei 800 W Modulleistung (DC) theoretisch regelmäßig zu einer Überlastung von bis zu 21,6 A (135 % I_n), siehe Abbildung 2.3. Bis zu 16 h über das Jahr verteilt müsste der Stromkreis theoretisch Abschnittsweise einen Strom von 21,6 A tragen.

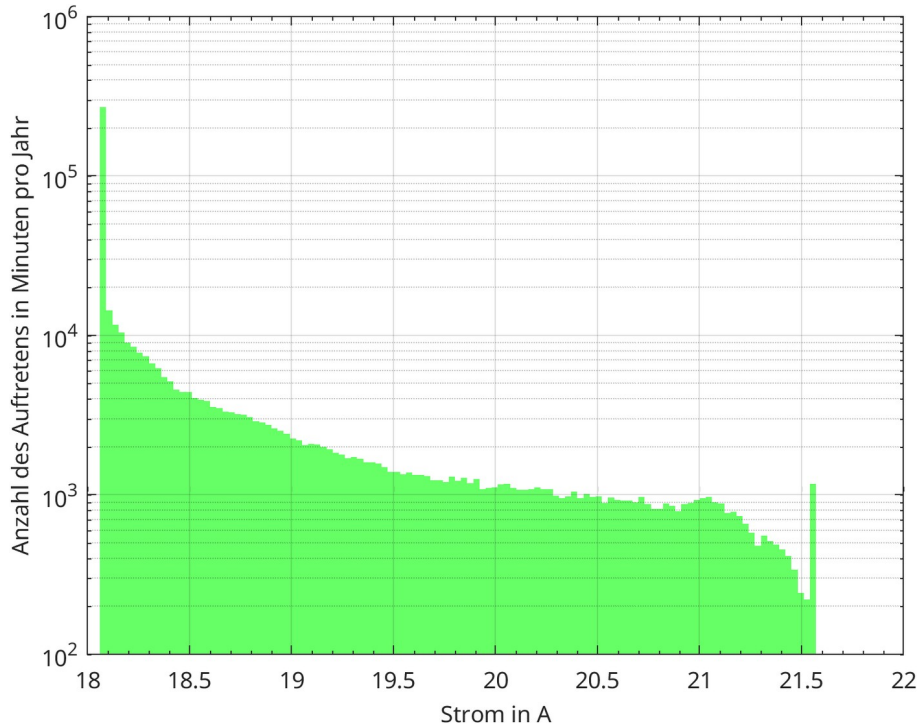


Abbildung 2.3: Logarithmische Häufigkeitsverteilung des Stroms im Leiter bei maximaler Belastung.

Abbildung 2.4 zeigt, es sind keine nennenswerten Unterschiede zum 600 W Gerät zu erkennen.

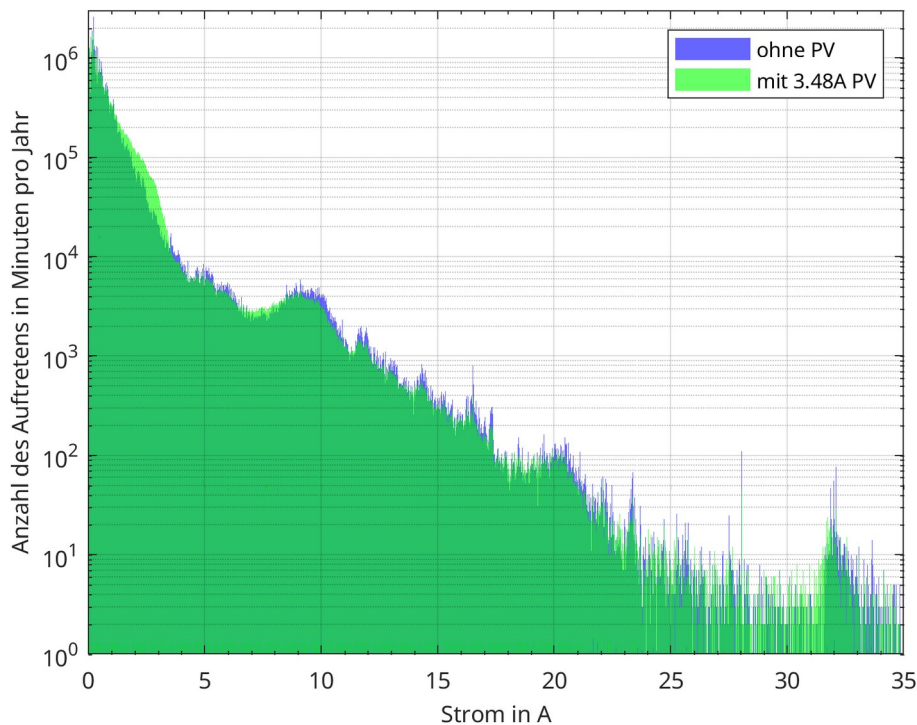


Abbildung 2.4: Logarithmische Häufigkeitsverteilung des Strom im Leiter bei realer Belastung.
(Daten: 74 Haushalte mit 3 Phasen)

2.3 DC: 2000 W, AC: 800 W

Eine Einspeisung von 800 W bei 2000 W Modulleistung (DC) führt theoretisch sehr regelmäßig zu einer Überlastung von bis zu 21,6 A, wenn die Leitung dauerhaft mit 18,08 A vorbelastet ist, siehe Abbildung 2.5. Die Anzahl der Stunden mit maximaler Leistung liegt mit etwa 1000 Stunden höher als beim Steckersolargerät mit 800 W Modulleistung.

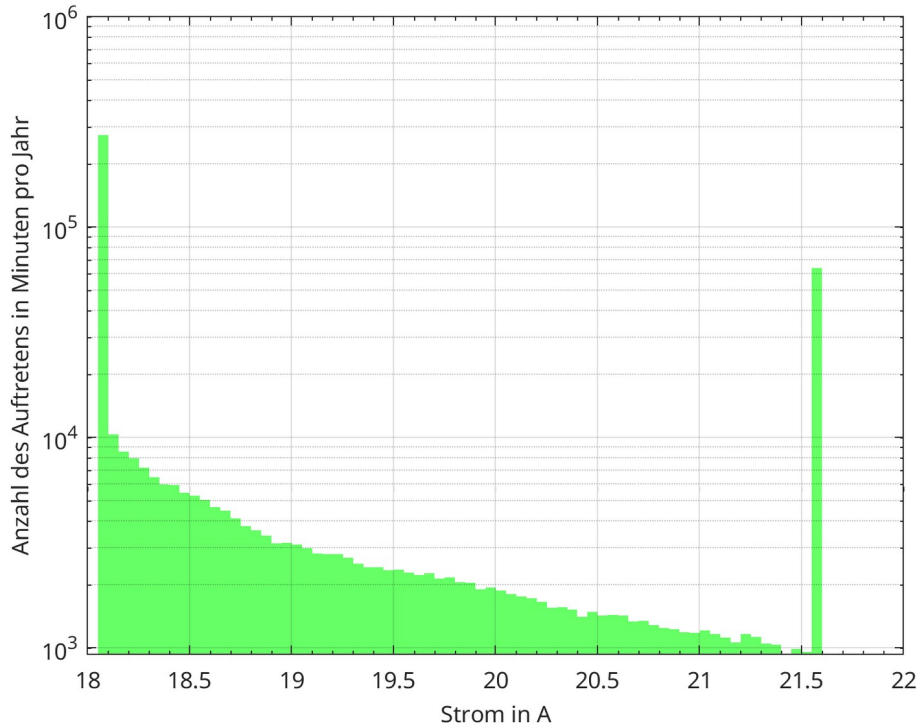


Abbildung 2.5: Logarithmische Häufigkeitsverteilung des Stroms im Leiter bei maximaler Belastung.

Es ist kein nennenswerter Unterschied zum 600 W Gerät zu erkennen. Lediglich die Häufigkeit der Belastung mit bis zu 4 A steigt deutlich an, während die Beladung bei höherer Leistung abnimmt, siehe Abbildung 2.6.

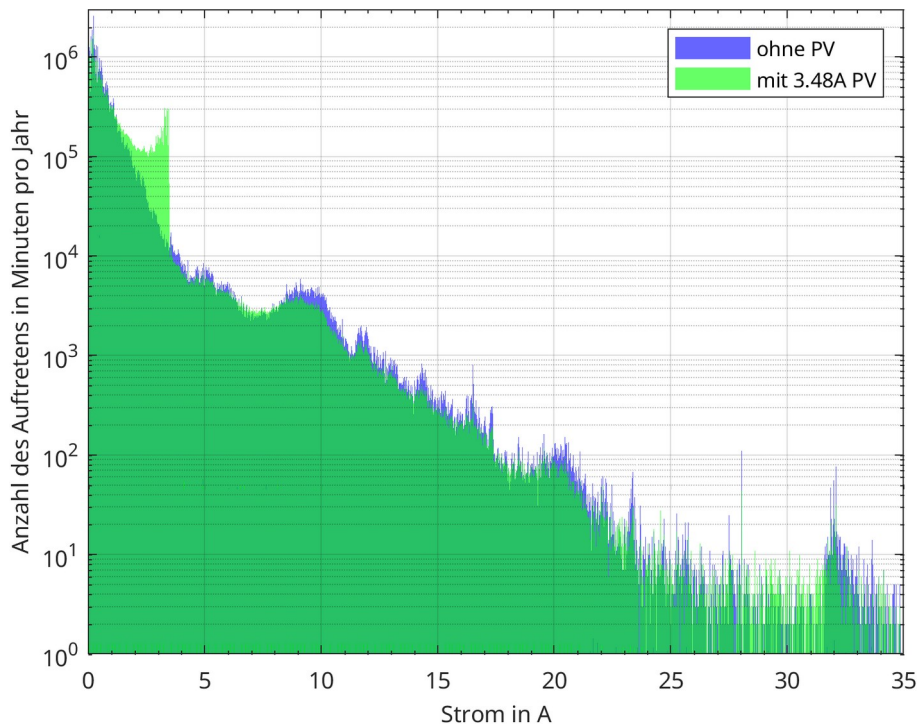


Abbildung 2.6: Logarithmische Häufigkeitsverteilung des Strom im Leiter bei realer Belastung. (Daten: 74 Haushalte mit 3 Phasen)

3 Temperaturänderung des Leiters

Nach dem thermischen Modell in [1], wird die Temperatur in Abhängigkeit des Stroms berechnet.

3.1 DC: 800 W, AC: 600 W

Bei dauerhafter Auslastung mit 18,08 A (theoretischer Fall) ist die Leitertemperatur laut Modell in der Regel bei 78° C. Das Steckersolargerät erhöht diese Temperatur theoretisch auf knapp über 97°C, siehe Abbildung 3.1. Eine Betriebstemperatur von 70°C wird in diesem theoretischen Fall nicht eingehalten. Die erhöhte Temperatur würde zur beschleunigten Alterung der Leitungen führen.

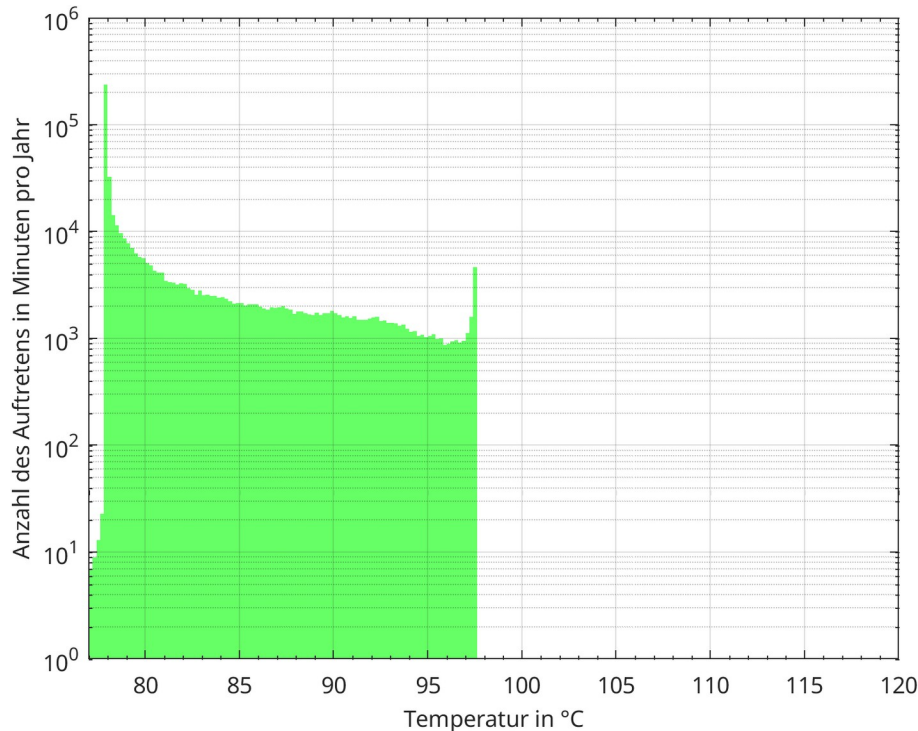


Abbildung 3.1: Logarithmische Häufigkeitsverteilung der Temperaturen im Leiter bei max. Belastung.

Die Betrachtung realer Lasten führt zu kurzfristigen Spitzentemperaturen. Diese sind jedoch durch ein Steckersolargerät **nicht signifikant** erhöht, siehe Abbildung 3.2.

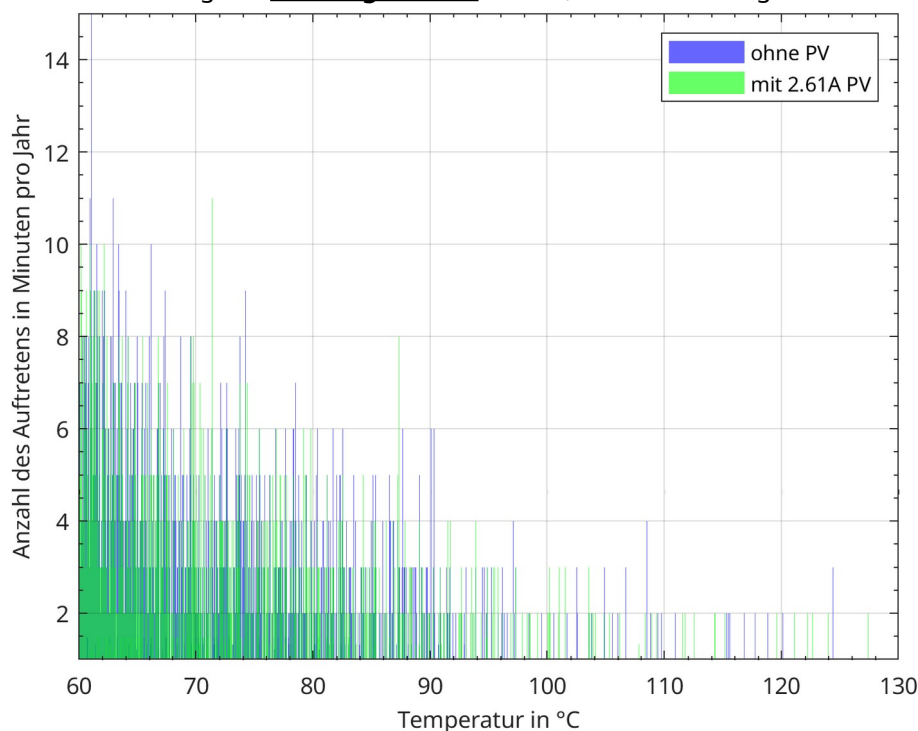


Abbildung 3.2: Logarithmische Häufigkeitsverteilung der Temperatur im Leiter bei realer Belastung.
(Daten: 74 Haushalte mit 3 Phasen)

3.2 DC: 800 W, AC: 800 W

Das Steckersolargerät mit 800 W erhöht die Leitertemperatur der dauerhaft vollständig ausgelasteten Leitung (theoretischer Fall) auf bis zu 104°C für wenige Minuten im Jahr, siehe Abbildung 3.3.

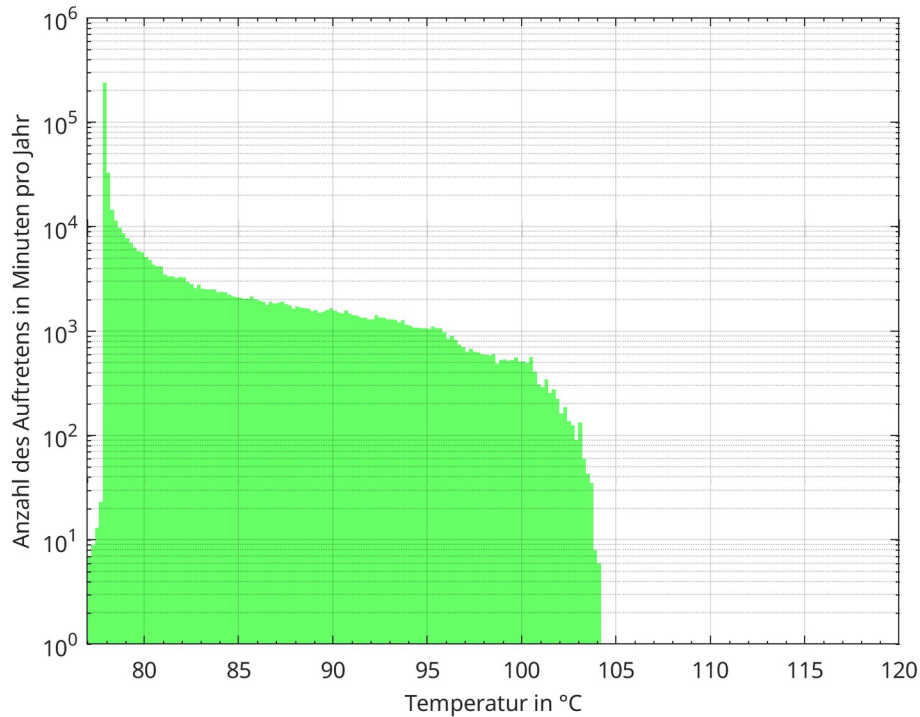


Abbildung 3.3: Logarithmische Häufigkeitsverteilung der Temperaturen im Leiter bei max. Belastung.

Im realen Betrieb ist auch hier **keine signifikanten Änderungen** gegenüber der Installation ohne Steckersolargerät zu erkennen, Abbildung 3.4.

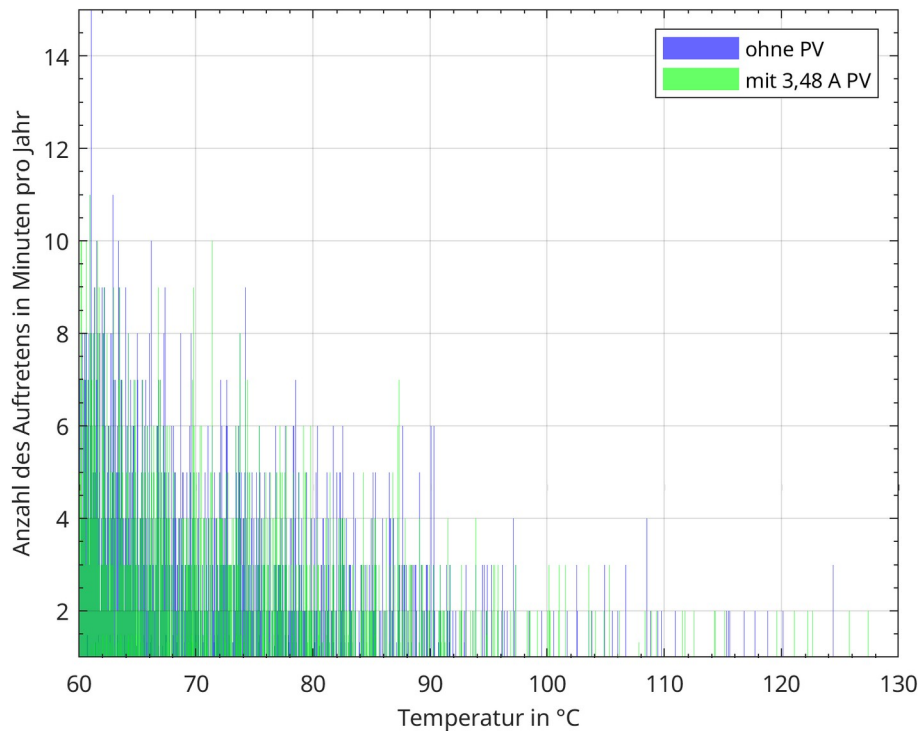


Abbildung 3.4: Logarithmische Häufigkeitsverteilung aller Temperaturen im Leiter bei realer Belastung.
(Daten: 74 Haushalte mit 3 Phasen)

3.3 DC: 2000 W, AC: 800 W

Das Steckersolargerät mit 800 W und 2000 W Modulleistung (DC) erhöht die Temperatur der dauerhaft mit 18,08 A vorbelasteten Leitung (theoretischer Fall) regelmäßig auf bis zu 105°C (Abbildung 3.5). Diese Temperatur liegt deutlich unter der Zündtemperatur üblicher Baustoffe jedoch ebenso über der Entweichungstemperatur gängiger Isolationsstoffe.

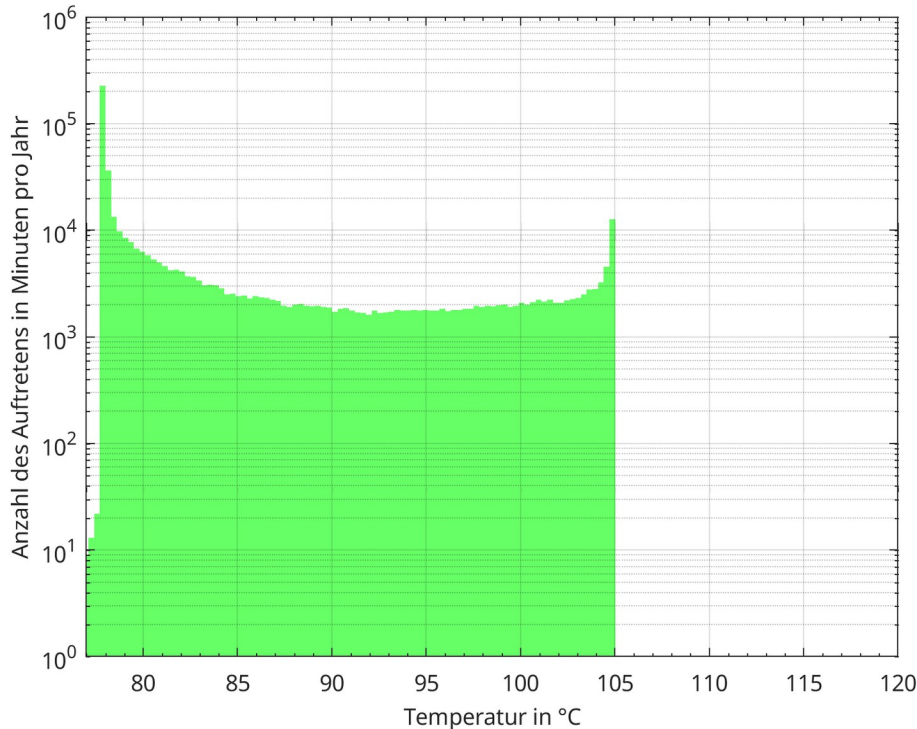


Abbildung 3.5: Logarithmische Häufigkeitsverteilung der Temperaturen im Leiter bei max. Belastung.

Im realen Betrieb gibt es sich auch hier **keine signifikanten Änderungen** gegenüber der Installation ohne Steckersolargerät zu erkennen, Abbildung 3.6. Tendenziell sind die Maximaltemperaturen etwa geringer.

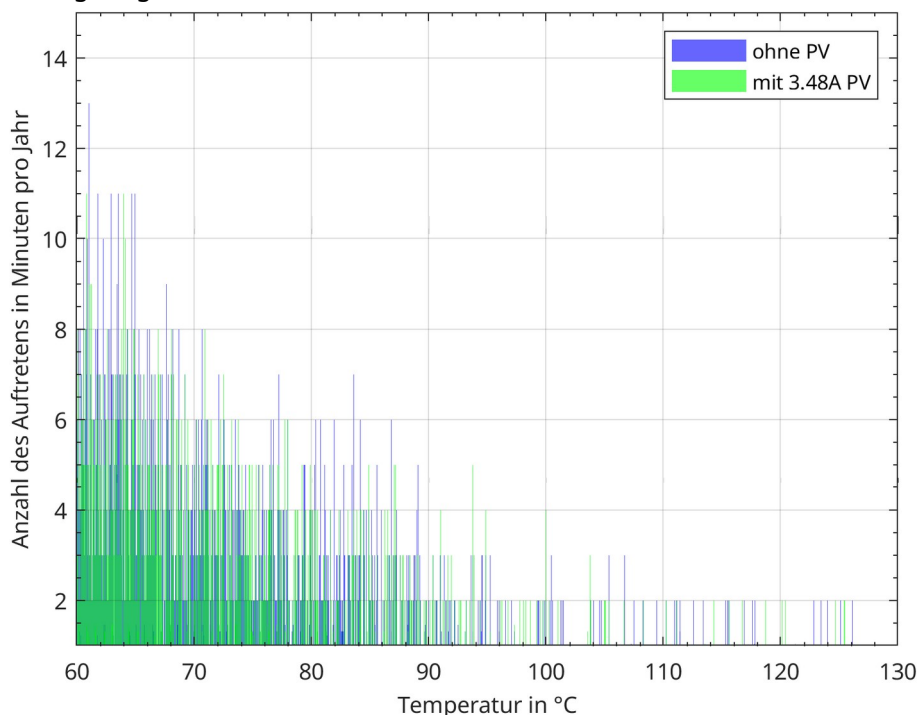


Abbildung 3.6: Logarithmische Häufigkeitsverteilung der Temperatur im Leiter bei realer Belastung.
(Daten: 74 Haushalte mit 3 Phasen)

4 Bewertung der Brandwahrscheinlichkeit

Die Methodik zur Berechnung der Brandwahrscheinlichkeit ist dem PI-Bericht entnommen [1]. Der sehr geringe Einfluss der Steckersolargeräte auf die Brandwahrscheinlichkeit kann wie folgt tabellarisch zusammengefasst werden. In Tabelle 4.1 sind hierfür zentrale Kenngrößen für die unterschiedlichen Leistungsklassen der Steckersolargeräte dargestellt.

Tabelle 4.1: Kenngrößen zur Brandwahrscheinlichkeit und Lebensdauer.

H0 = reales Haushaltslast; max = 16 A dauerhafte Vorbelastung der Leitung; PV = mit Steckersolargerät; diff = Differenz

800 W (DC); 600 W (AC) 800 W (DC); 800 W (AC) 2000 W (DC); 800 W (AC)

Absolute Anzahl der Brände in Deutschland (N_brand_DE)			
N_brand_DE		16013	
N_brand_DE_H0_PV	15921	15924	15956
N_brand_DE_max_PV	16027	16027	16040
Mittlere Brandwahrscheinlichkeit am Hausanschluss (W_brand_H) pro 1000 Jahre			
W_brand_H		33,57 %	
W_brand_H_H0_PV	31,73 %	31,78 %	32,43 %
W_brand_H_H0_PV_diff	-1,84 %	-1,79 %	-1,14 %
W_brand_H_max_PV	33,84 %	33,85 %	34,10 %
W_brand_H_max_PV_diff	0,27 %	0,28 %	0,53 %
Mittlere Brandwahrscheinlichkeit im Leiter (W_brand_L) pro 1000 Jahre			
W_brand_L_H0		0,16 %	
W_brand_L_H0_PV	0,16 %	0,16 %	0,20 %
W_brand_L_max_PV	0,29 %	0,29 %	0,32 %
Lebensdauer (L) in Jahren			
L_H0		2158	
L_H0_PV	2160	2158	2143

Die Anzahl der Brände in Elektroinstallationen in Deutschland könnten durch Steckersolargeräte geringfügig sinken, da der Hausanschluss entlastet wird. Selbst unter der rein theoretischen Worst-Case-Annahme, dass alle Leitungen mit Steckersolargerät dauerhaft vollständig ausgelastet und in Dämmung verlegt wären (N_brand_DE_max_PV), steigt die Anzahl im Mittel statistisch nicht signifikant an.

Die mittlere Brandwahrscheinlichkeit am Hausanschluss sinkt durch die Einspeisung leicht oder bleibt gleich. Je größer die Leistung, desto deutlicher der Effekt.

Die mittlere Brandwahrscheinlichkeit am Leiter steigt durch die, Einspeisung geringfügig an. Zu sehen ist, dass die Vorbelastung der Leitung die Brandwahrscheinlichkeit am Leiter deutlich beeinträchtigt, während die Leistung des Steckersolargerätes die Ergebnisse kaum beeinträchtigt.

Die Isolierung der Leiter altert am stärksten bei hoher Belastung. Die Bewertung der Lebensdauer der realen Belastung zeigt keinen nennenswerten Einfluss des Steckersolargerätes auf den Leiter. Eine zusätzliche Belastung eines dauerhaft voll ausgelasteten Leiters durch das Steckersolargerät kann theoretisch durchaus zu nennenswerter Alterung führen, die sich bei höherer Leistung auch stärker bemerkbar machen könnte.

5 Zusammenfassung

Die Kurzanalyse zeigt, dass die Analyse des PI Berichts weiterhin für die Bewertung von Steckersolargeräten herangezogen werden kann. Die Erhöhung der Leistung von 600 W auf 800 W auf der einen Seite und der DC-Leistung auf 2000 W auf der anderen Seite haben nur geringfügige Auswirkungen auf die Ergebnisse. Hierbei lassen sich folgende Dinge festhalten:

1. Nur bei dauerhaft vollständig ausgelasteten Leitungen in Dämmung (rein theoretischer Fall) würde ein Steckersolargerät nennenswert zur Überbelastung beitragen. Je höher die Leistung (DC und AC), desto häufiger könnten dann kritische Ströme und Temperaturen erreicht werden. Die Temperaturen im Leiter bleiben unterhalb der Zündtemperatur würden jedoch zu einer beschleunigten Alterung führen. Es zeigt sich jedoch, dass selbst die Worst-Case Betrachtung keine statistisch signifikante Änderung der Anzahl an Bränden zur Folge hätte.
2. Bei einer normalen Nutzung gibt es keine signifikante Erhöhung der Leitertemperaturen. In Folge ist weder das Brandrisiko erhöht noch die Lebensdauer eingeschränkt.

Die datenbasierte Analyse dieses Berichtes unterstreicht damit, dass die bisherige Bewertung einer Bagatellgrenze von 800 W keinerlei Kompromisse zu Lasten der Sicherheit macht.

6 Literatur

- [1] Marcus Vietzke – 2017 - „Untersuchung der Beeinflussung der Schutzkonzepte von Stromkreisen durch Stecker-Solar-Geräte“, PI-Report-Number: 20170520
<https://www.pvplug.de/wp-content/uploads/2017/05/pi-berlin.testreport.20170520.pdf>
- [2] VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. – 2023 - „Steckerfertige Mini-Energieerzeugungsanlagen“
<https://www.vde.com/resource/blob/2229846/ebb518e903ffd44b65c284ab6b411d72/positionspapier-data.pdf>
- [3] VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. -2024 - Steckerfertige PV-Anlagen (Steckersolargeräte) [*Informationssseite*]
<https://www.vde.com/de/fnn/themen/tar/tar-niederspannung/erzeugungsanlagen-steckdose>
(Zuletzt abgerufen am 22.01.2025)
- [4] Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2023)
- 2024 - https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/ (Zuletzt abgerufen am 22.01.2025)
- [5] Tjaden, T.; Bergner, J.; Weniger, J.; Quaschnig, V.: „Repräsentative elektrische Lastprofile für Einfamilienhäuser in Deutschland auf 1-sekündiger Datenbasis“, Datensatz, Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin, Lizenz: CC-BY-NC-4.0, DOI: 10.13140/RG.2.1.5112.0080/1
<https://solar.htw-berlin.de/elektrische-lastprofile-fuer-wohngebaeude/>