



Bauzentrum  
München

06.10.2022

# Gefährdungsanalyse von Steckersolargeräten: Vorort- und Komponentenmessungen in gealterten Elektroinstallationen

Vortrag: Dipl. Ing. Ralf Haselhuhn

Mitarbeit: M. Sc. Peppino Dörder

Vorsitzender des Fachausschusses Photovoltaik

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie

LV Berlin Brandenburg e.V.

[www.dgs-berlin.de](http://www.dgs-berlin.de)

[rh@dgs-berlin.de](mailto:rh@dgs-berlin.de)



Ergebnisse des  - Projektes „Steckersolar“

**Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.**  
International Solar Energy Society, German Section



>3000 Mitglieder  
(ca. 400 Firmen ohne  
Stimmrecht →  
unabhängiger  
Fachverband)

35 Sektionen und  
8 Landes-  
verbände

gegründet  
1975

Nationale  
Vertretung der  
Solar Energy  
Society



Fachzeitschrift  
Sonnenenergie &  
Newsletter





**SolarAkademie**  
*aktuell, fundiert und umfassend*



**SolarServices**  
*unabhängig und weltweit anerkannt*



**SolarProjekte**  
*mitgestalten und vorausgehen*

- Der **DGS-LV Berlin Brandenburg e.V.** ist der älteste, aktivste und mitarbeiterstärkste DGS-Landesverband. Gegründet 1982, seit 1992 mit Geschäftsstelle mit über 20 festangestellten Mitarbeitern

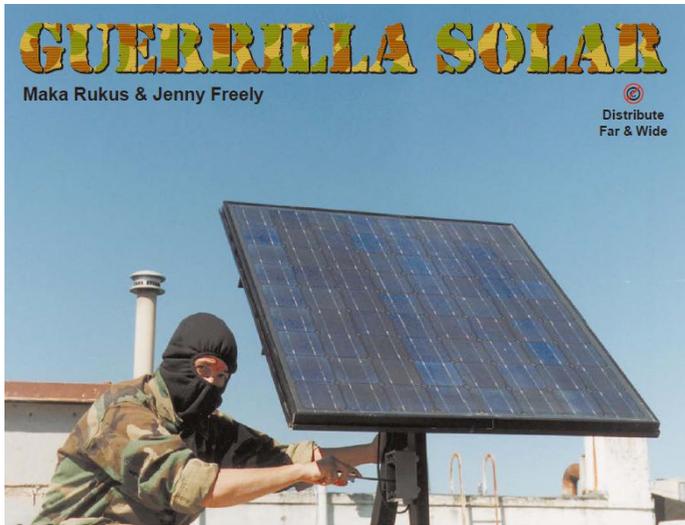
Dipl.-Ing. für Elektrotechnik – Energietechnik  
seit 1991 Energieberater und Energieplanung  
seit 1995 Mitarbeiter im Berliner Büro der DGS  
tätig als Fachplaner, Gutachter, Sachverständiger, Dozent und Autor  
ab 2000 Mitarbeiter im DKE-Komitee 373 PV und diversen DKE-  
Arbeitskreisen z. B. Planen, Errichten und Betreiben PV-Anlagen,  
Brandschutz, Blitz- und Überspannungsschutz und Batteriespeicher,  
Installation, Netzanschluss  
2000-2010 Vorlesung Photovoltaik: Hochschule für Technik&Wirtschaft Berlin  
seit 2001 Mitarbeit in der EEG-Clearingstelle, Vorschläge zum EEG  
ab 2003 Vorsitzender des bundesweiten Fachausschusses Photovoltaik  
seit 2008 in BSW-Arbeitsgruppen: Blitz, Netz, Brand, Bau, Speicher  
ab 2009 Tagungsbeirat PV-Symposium, Fachgremium InterSolar-Award  
ab 2012 im ZVEH/BSW-Expertenkreis Speicher, Fachgremium EES-Award  
ab 2014 ep-Jury Deutscher Elektroplaner Preis, BVES-AG, BEE-FG  
Diverse Veröffentlichung und Fachbücher zur Photovoltaik z.B.:  
DGS – Leitfaden Photovoltaische Anlagen, 5. Aufl. 2012  
Photovoltaik-Gebäude liefern Strom, 6. Aufl. 2013  
Gebäudeintegrierte Solartechnik; Hrsg. Krippner; Detail-Fachbuch 1. Aufl. 2016....



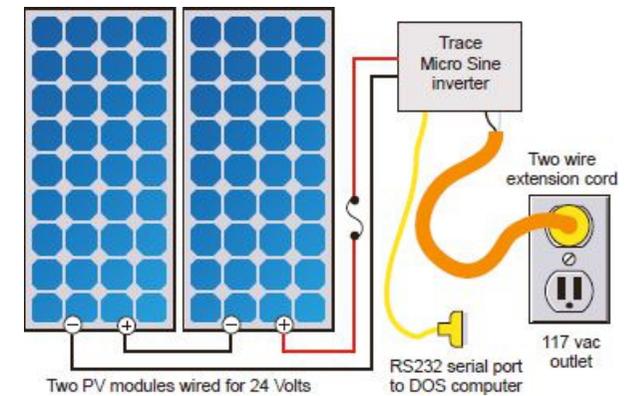
**DKE**  
VDE DIN



# Guerilla PV – Geschichte USA, Californien 1996



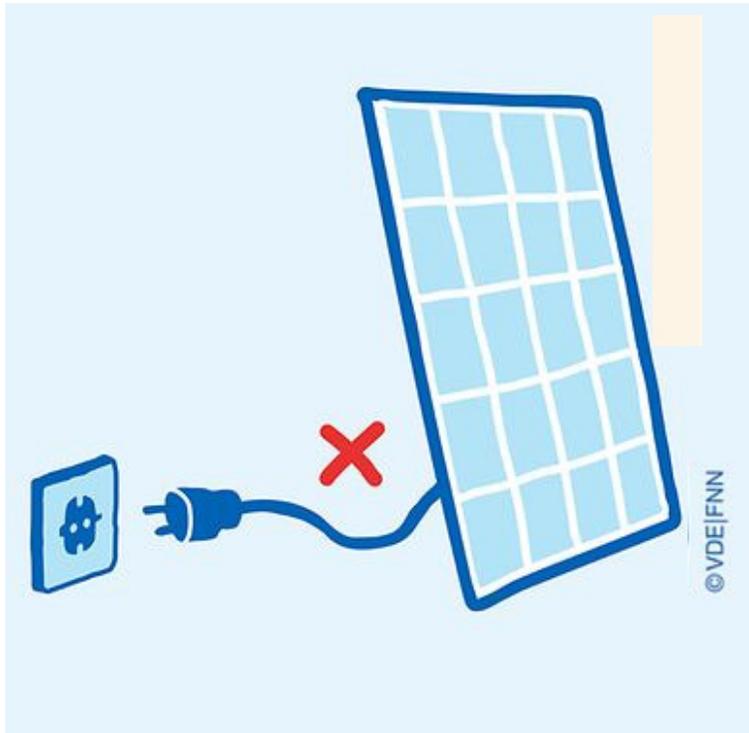
**The Utility said: that's illegal and dangerous...**



...but that`s legal and save !



[Fotos: Reuters]



Der FNN, BDEW, GdV und ZVEH sagen, dass sei nicht normkonform, nicht legal und gefährlich...

**Auf Deutschen Autobahnen ohne Limit rasen ist legal und sicher...**

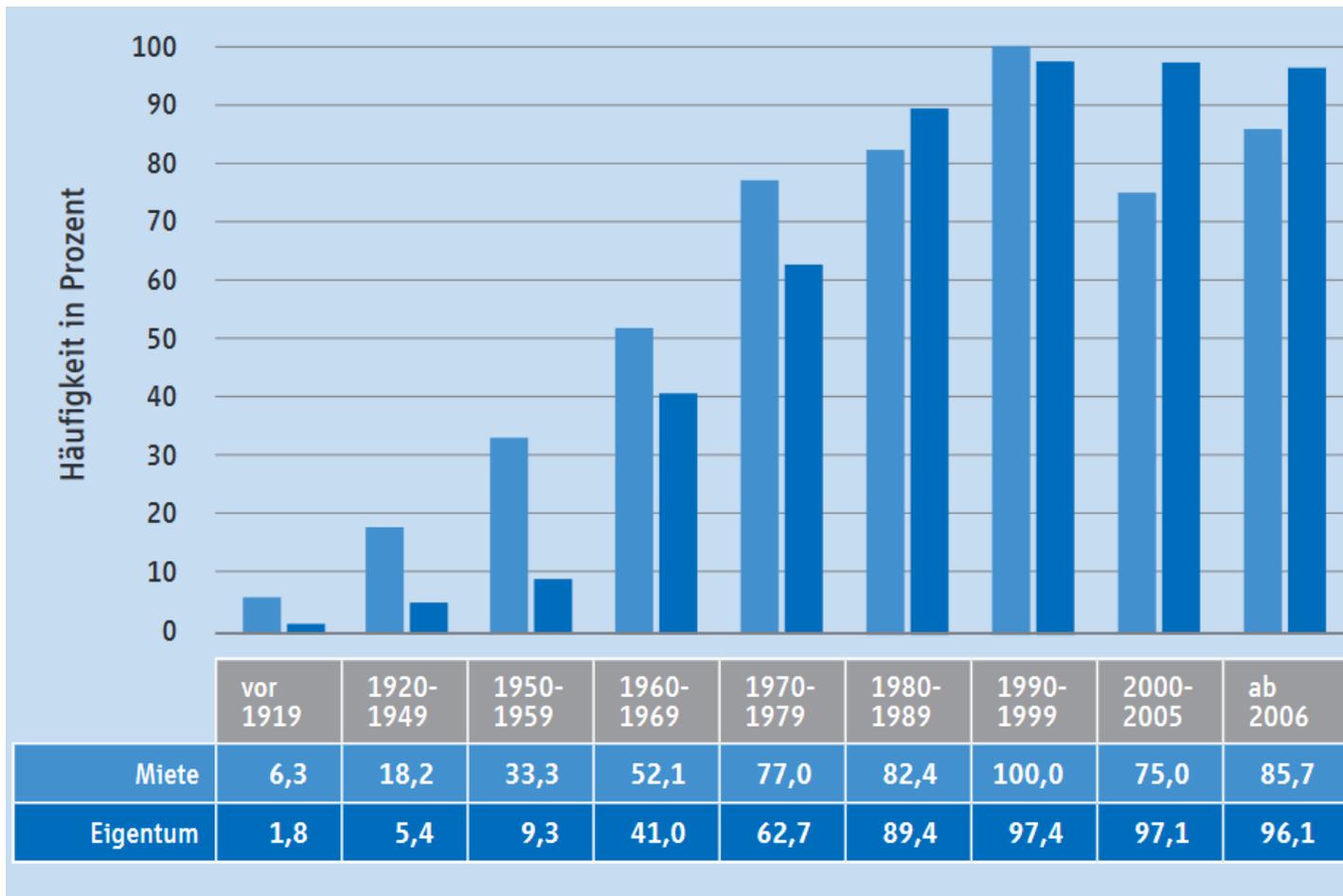


# Richtigstellung zu den vorigen Vorträgen

- EEG-Vergütungssätze neu 8,6 Cent/kWh
- Janko Kroschl stellt im vorigen Vortrag unabgestimmt mit der DGS seine Privatmeinung zu Steckersolargeräten dar!
- Durch den DGS-Sicherheitsstandard sowie der zukünftigen VDE-Produktnorm sind Laienbedienbare Geräte über eine spezielle Energiesteckvorrichtung sicher anwendbar!
- Eine spezielle Energiesteckvorrichtung kann auch mit einem Schukostecker in Verbindung mit der Sicherheitsfunktionen des Wechselrichters oder anderer Einrichtungen ausgeführt werden, dabei darf die Sicherheit im Stromkreis nicht beeinträchtigt werden. Steckersolargeräte mit Schukosteckern können die geforderten Sicherheitsanforderungen (Freischaltung der Steckkontakte, Netzschutzanforderungen nach FNN/VDE-AR-N 4105, Isolationsüberwachung...) einer speziellen Energiesteckvorrichtung erfüllen, entsprechen den Regel der Technik und sind somit zulässig. Hersteller haben dies nachzuweisen.
- Erdung von PV-Modulen in Deutschland (Europa) nicht vorgeschrieben. Die Erdung des Wechselrichter erfolgt AC-seitig über die Steckdose.
- Die Netzeinspeisung liegt bei üblichen Haushalten zwischen 4,3 kWh und 69 kWh pro Jahr (siehe: [https://www.pvplug.de/wp-content/uploads/2017/03/2017-02-03\\_Lgf\\_SolarRebell\\_MHeisswolf.pdf](https://www.pvplug.de/wp-content/uploads/2017/03/2017-02-03_Lgf_SolarRebell_MHeisswolf.pdf)), das wären also bei Stromkosten von 30 Cent/kWh zwischen 1,29 € und 20,70 € im Jahr. Dies entspricht übrigens nur ca. 0,1% bis 3 % des Jahresverbrauchs. Der zurückgespeiste Strom ist somit gering. Der Geldwert der Einspeisung stellt eine Bagatelle nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) dar. Zudem gilt rechtlich, dass die Messung nicht teurer als die gemessene Ware sein darf. Fast immer ist die Messtoleranz der Stromzähler mit ca. 3,5% größer als die oben genannte Einspeisung (siehe S 12: [https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/pruefregeln/Band6\\_Teil\\_M.pdf](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/publikationen/pruefregeln/Band6_Teil_M.pdf)). Durch eine Rücklaufsperrung am Zähler ist gewährleistet, dass der Netzbetreiber keinen Nachteil hat. Im Gegenteil die Energie wird umsonst in das Netz eingespeist, der Anlagenbetreiber verschenkt seinen nicht genutzten Solarstrom.

- Überblick über Alter der Elektroinstallation in Deutschland
- Ermittlung von Belastungsschwerpunkten und WorstCase
- Untersuchungen Kabel und Leitungen
- Untersuchung von Steckdosen
- Untersuchung Verteilerdosen (Schraubverbindungen)
- Vergleich Real- und Labormessung
- Fazit

# Gebäude deren Elektroleitungen noch nicht saniert wurden



Datenerfassung 2011 Quelle: FH Südwestfalen, Grafik ZVEI

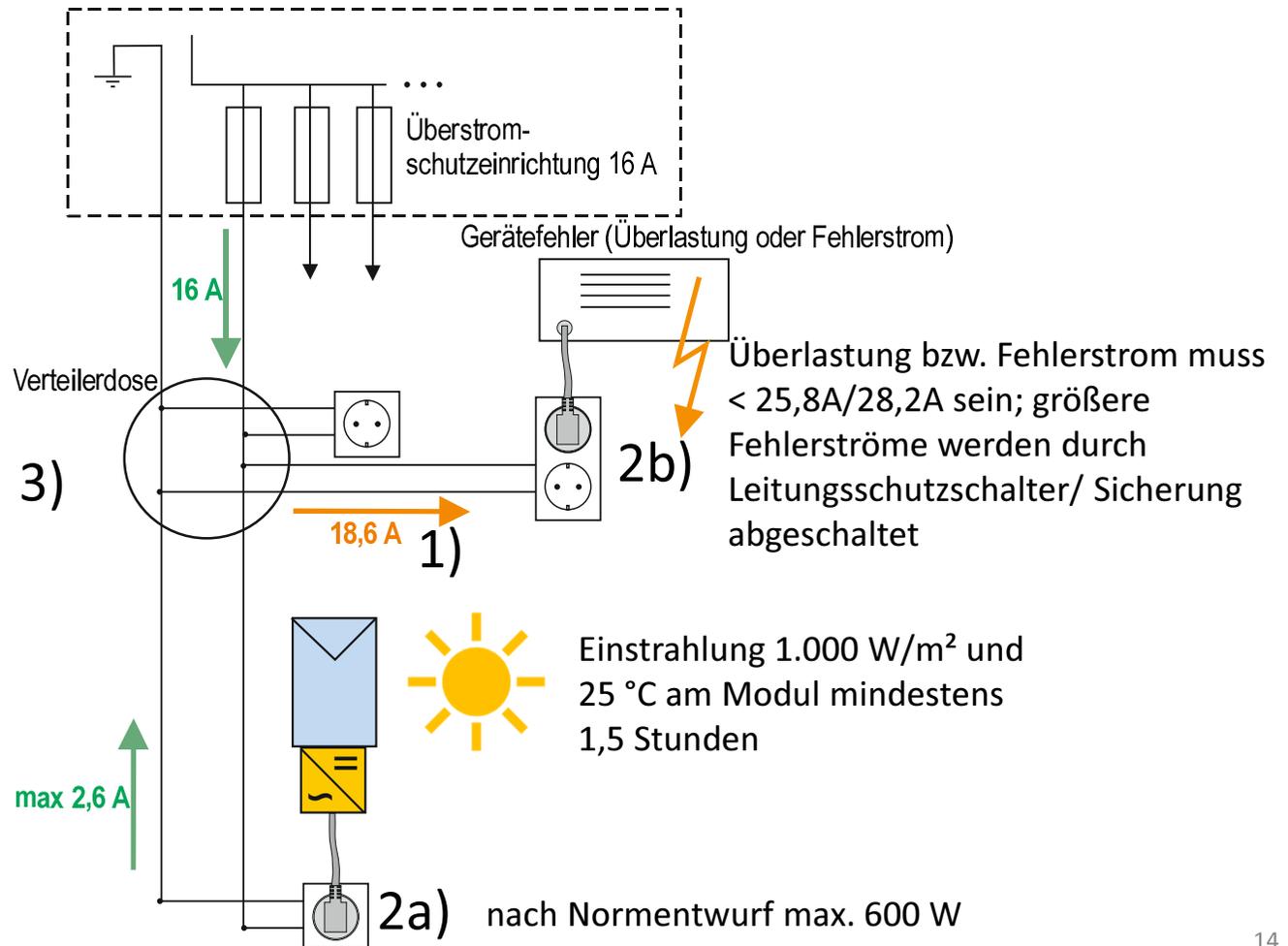
- Mehr als zwei Drittel der Elektroinstallation in Gebäuden sind über 40 Jahre in Betrieb!
- Lebensdauer Elektroinstallation: 30 - 35 Jahre
- Zeitraum 1880 - 2014
- grundsätzlicher Sanierungsstand + Gebäudealter -> Rückschluss auf Alter der Elektroleitungen
- ältere Gebäude (bis 1950) verstärkt saniert (über 80 %), Rest stark sanierungsbedürftig
- 1950 - 1979 verfügen durchschnittlich über die ältesten Elektroleitungen
- Zum Teil teilsaniert → unterputzverlegte Elektroleitungen nicht erneuert
- Bestandsschutz
- In den neuen Bundesländern fast ausschließlich Aluminiumleitungen, inzwischen sehr viel saniert.

- Leitermaterial: Aluminium
- Isoliermaterial: Gummi bzw. Naturkautschuk-Mischungen
- Anspruchsvollste Verlegebedingung in Wärmedämmung: A2
- Schraubverbindungen bei Aluminiumleitungen
- Verteilerdosen bzw. Steckdosen in Unterputz-Verlegung

- 1) Leitungen
- 2) Steckdosen:
  - 2a) am Steckersolargerät
  - 2b) Verbrauchersteckdose
- 3) Verteilerdosen

**Worst Case- Annahme:**

Überlastung bzw. Fehlerstrom an Verbrauchersteckdose bei gleichzeitig maximaler Einstrahlung über mindestens 1,5 h



# Üblicher Leitungsschutz in Haushalten

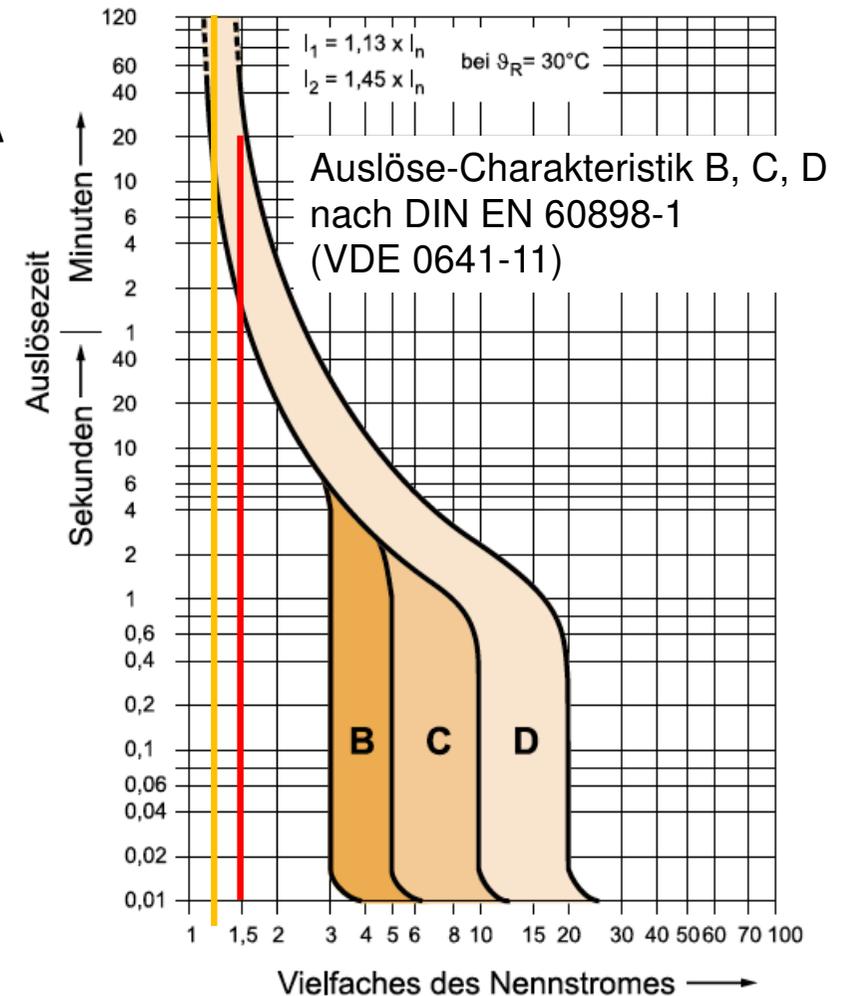
In Haushalten üblicher Leitungsschutz: Typ B 16A

Sichere Auslösung, großer Prüfstrom  $1,45 \times 16A = 23,2A$

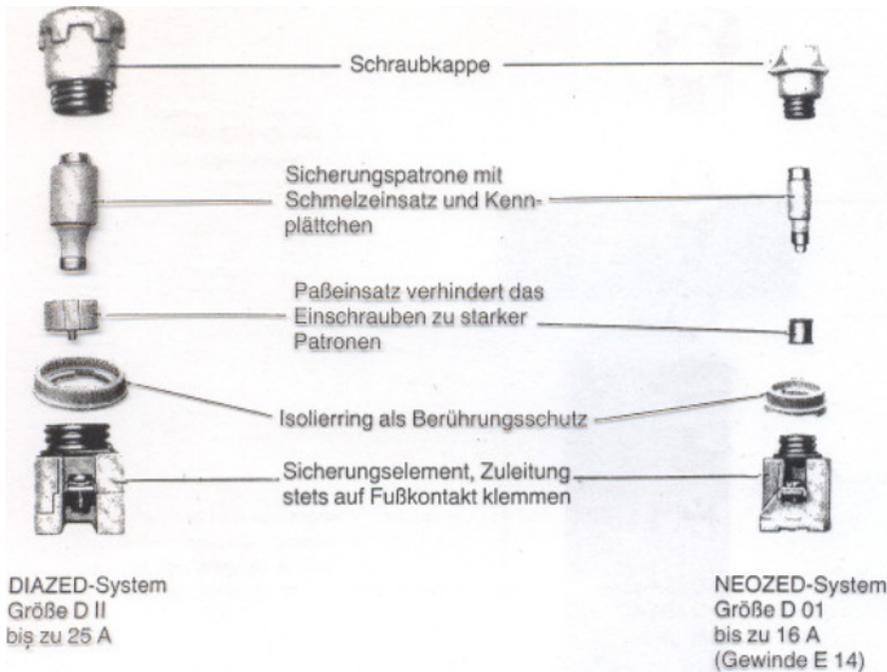
Auslösung ab  $1,13 \times 16A = 18,08A$

Löst bei 18,6A spät aus, Faktor 1,1625:  $> 20 \text{ min}$

Charakteristik	Thermische Auslösung	Magnetische Auslösung	Anwendung
B	$1,13 \dots 1,45 \cdot I_n$	$3 \dots 5 \cdot I_n$	Leitungsschutz: Stromkreis mit Verbrauchern ohne oder nur geringen Stromspitzen wie: - Kochherde - Elektroheizung



# Historische Schmelzsicherungen in Haushalten



Kennfarben

Nennstrom A	Kennfarbe
2	rosa
4	braun
6	grün
10	rot
16	grau
20	blau
25	gelb
35	schwarz
50	weiß
63	kupfer
80	silber
100	rot

Sichere Auslösung:  
Großer Prüfstrom

$$1,6 \times 10A = 16A$$

$$1,6 \times 16A = 25,6A$$

## Kleiner und großer Prüfstrom:

Tabelle 6-2a: Kleiner und großer Prüfstrom von Schmelzsicherungen

Nennstrom $I_N$ A	Kleiner Prüfstrom $I_1$ Bei diesem Strom schaltet die Sicherung innerhalb einer Stunde nicht aus	Großer Prüfstrom $I_2$ Bei diesem Strom schaltet die Sicherung innerhalb einer Stunde aus
bis 4	$1,5 \cdot I_N$	$2,1 \cdot I_N$
über 4 bis 10	$1,5 \cdot I_N$	$1,9 \cdot I_N$
über 10	$1,25 \cdot I_N$	$1,6 \cdot I_N$

Temperatur	Eigenschaften/Grenzwerte
150 °C	PVC bildet Chlorwasserstoffgas
160 °C	Maximale Kurzschlussstemperatur
200 °C	Zersetzungstemperatur PVC
200 °C	Min. Flammpunkte von Baustoffen

Kritische Temperaturgrenze:  $\Delta T = 110^\circ\text{C}$

Angesetzte zulässige Temperaturgrenze:  $\Delta T = 75^\circ\text{C}$

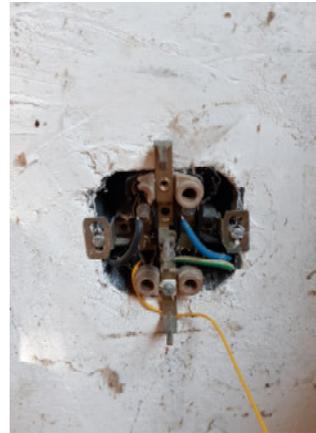
Normwerte für neue Steckdosen etc.:  $\Delta T = 45^\circ\text{C}$

- Messung von Leitungserwärmung nach DIN VDE 0298-4
- sechs Versuchsreihen mit insgesamt 109 relevanten Messungen
- Vermessung von Installationsleitungen, Steckdosen und Schraubverbindungen in Laborversuchen und an realen Elektroinstallationen, sowie statistische Analyse von Steckdosen und Schraubverbindungen
- Steckdosen und Schraubverbindungen nach DIN VDE 0620-1
- Leitungen werden für die verschiedenen Verlegearten A2, B2, C & E, Schraubverbindungen und Steckdosen als Aufputz- und Unterputz-Installation vermessen
- Versuchsobjekte werden mehrfach mit unterschiedlichen Stromstärken vermessen: Bestromung über Netzgerät MC Power MRGN-900

# Vortortmessung Einfamilienhaus bei Pasewalk

Aluminiumleitungen, Verteilerdosen und Steckdosen unter Putz

Vorort- und Labormessung wurde vorgenommen

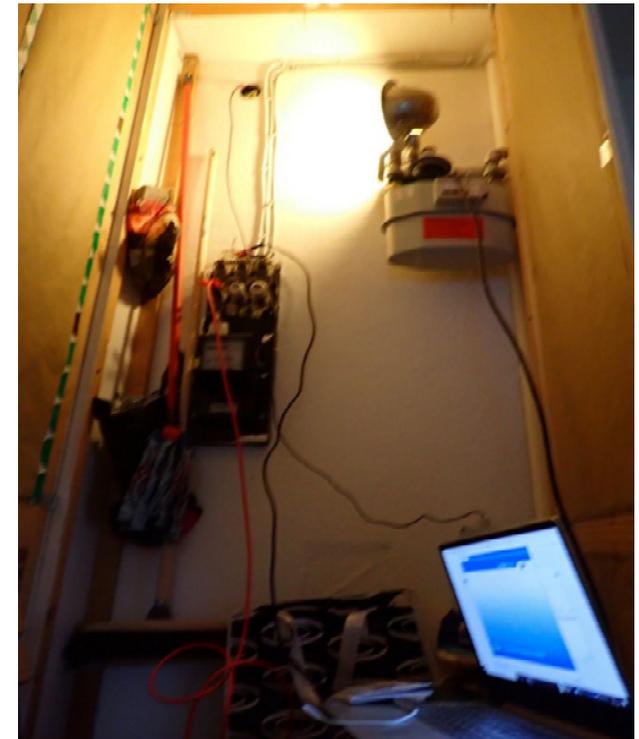
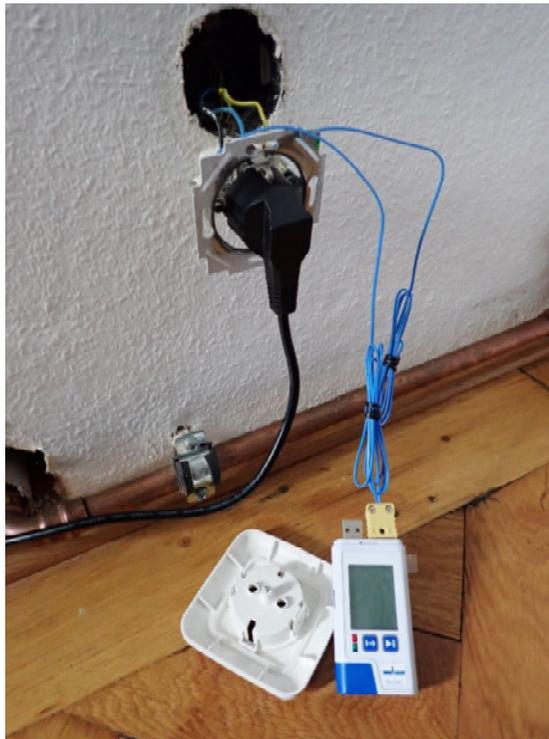


# Vorortmessung in Wohnung in München

Kupferleitungen und Verteilerdose vor 1960, Steckdosen saniert ca. 1995

Verteilerdose, Steckdosen und Kupferleitungen unter Putz

Nur Vorortmessung





Aluminiumleitungen Aufputz, Gummiisolierung

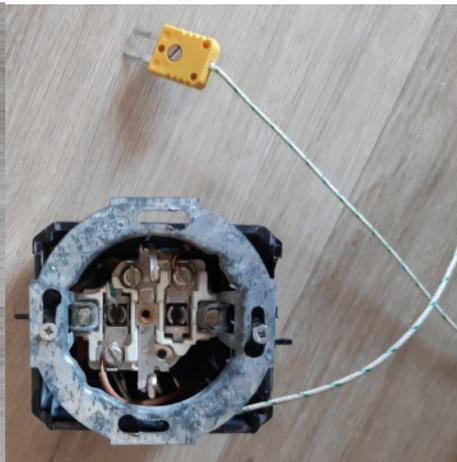
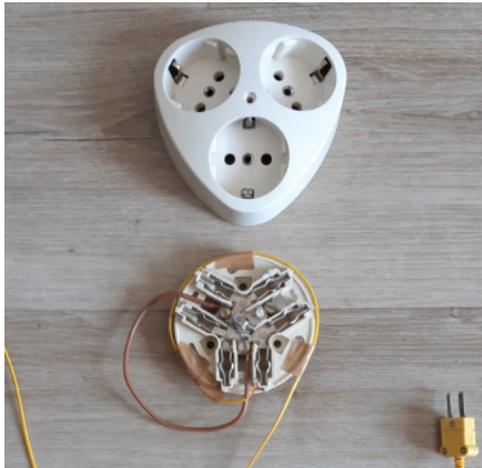
Steckdosen und Verteilerdose Aufputz

Bakelit-Ausführung vor 1960, die Installation wurde ausgebaut  
Vorortmessung war leider nicht möglich, so dass die  
Elektroinstallation nur im Labor vermessen wurde

# Weitere gealterte Elektroinstallationen



Ausgebaute Bakelit-Elektroinstallation vor 1960 mit Aluminium-Gummiisolierten Leitungen, die im Labor vermessen wurden.



Weitere gealterte Steckdosen verschiedener Bauarten wurden im Labor vermessen.

Leitung	Material	Querschnitt [mm <sup>2</sup> ]	Ausführung	Aderisolierung	Betriebstemperatur [°C]	Messnummer
NYM	Cu	3 x 1,5	starr	PVC	70	1 – 15
	Cu	3 x 2,5	starr	PVC	70	16 – 27
NIAYYfl-J	Al	3 x 2,5	starr	Plast	70	28 – 39
H07RN-F	Cu	3 x 1,5	flexibel	Gummi	60	40 – 47

Vermessung mit den Stromstärken 8 A, 16 A und gemäß DIN VDE 0298-4 Maximalbelastungsstrom

$$(I_{\max} [A] \times 1,13 \text{ (kleiner Prüfstrom)} + 2,6 A) =$$

$$16A \times 1,13 + 2,6A = 20,68A$$

- Wandaufbau:
  - Äußere Beplankung mit 10 mm Holzfaserplatten
  - Wärmedämmung mit 100 mm Mineralfaser
  - innere Beplankung mit 25 mm Holzfaserplatte mit einer spezifischen Wärmeleitfähigkeit von  $0,1 \text{ W/K}\cdot\text{m}$  senkrecht zur Plattenebene und  $0,23 \text{ W/K}\cdot\text{m}$  parallel zur Plattenebene
- Enden thermisch abgedichtet



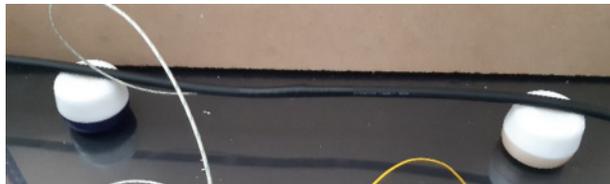
- B2 - Verlegung im geschlossenen Elektro-Installationskanal:



- C - Verlegung auf einer Wand, Befestigung mittels Isolierband:



- E - Verlegung frei in Luft:



Leitung	Verlegeart	Kritischer Strom $I_{krit.}$ [A]	Reserve [A] bei Absicherung mit...	
			16 A	10 A
NYM (3x1,5)	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 (3x2,5)	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 (3x2,5)	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

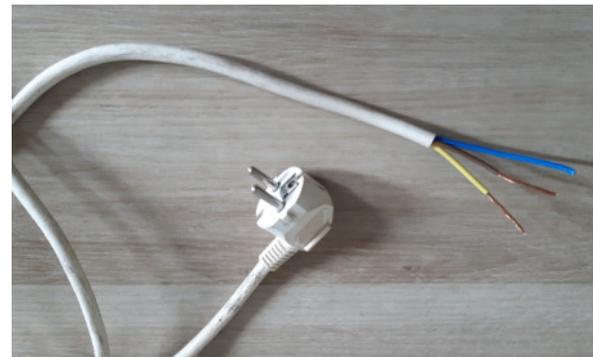
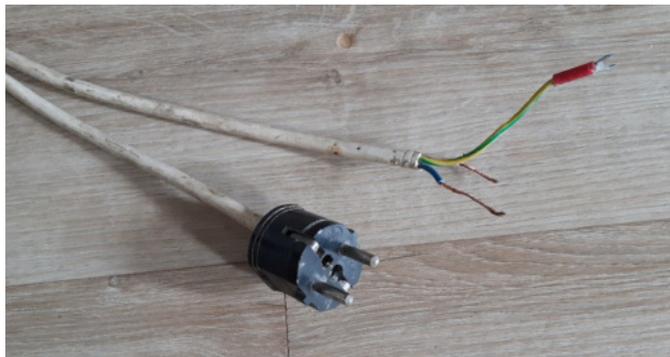
- auf Grundlage der aus den Messungen abgeleiteten kritischen Stromstärken ( $\Delta T = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ )
- in Relation zum vorgeschalteten Überstromschutzorgan von 16 A bzw. 10 A
- Nur bei Leitungen in Wärmedämmungen A2 zum Teil höhere Temperaturdifferenz, da aber zulässiger Strom  $I_z$  nach DIN VDE 0298-4 geringer als 16 A ist dann eine 10 A – Absicherung vorhanden (normativ vorgeschrieben)

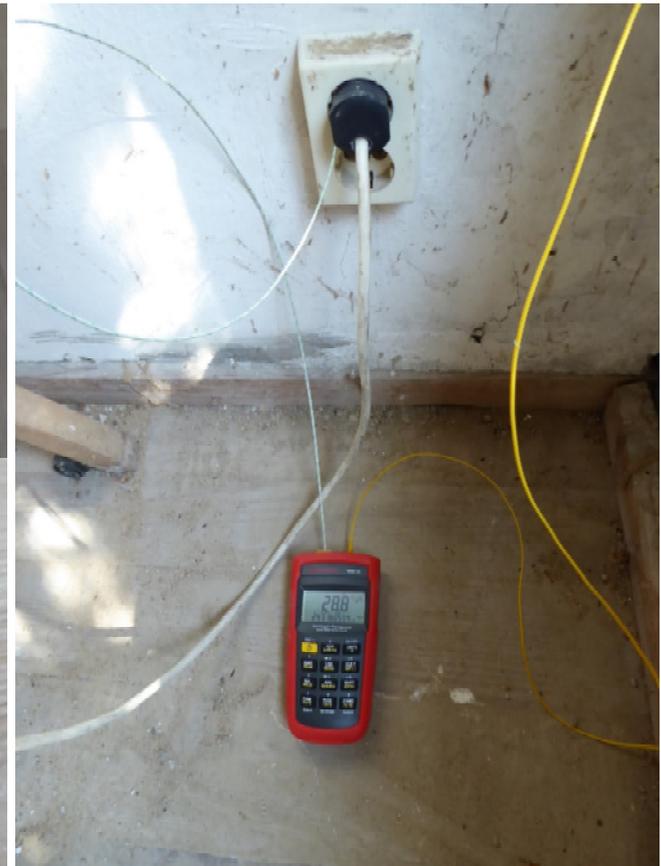
# Vorortmessung an Immobilie in Pasewalk



# Messung von Steckdosen und Schraubverbindungen

- Prüfkriterien für neue Steckdosen und Schraubverbindungen gemäß DIN VDE 0620-1 (2016):
  - Bemessungsstrom  $I = 16 \text{ A}$
  - Prüfstrom 22A
  - Dauer  $t = 1 \text{ h}$
  - Nennquerschnitt Kupferleiter =  $1,5 \text{ mm}^2$
  - Max. Temperaturerhöhung nach Norm = 45 K
- 2 Schuko-Stecker: 22091.13 (links) & HY005-F (rechts)
- Ca.30 Jahre alt, teils zerkratzt und oxidiert



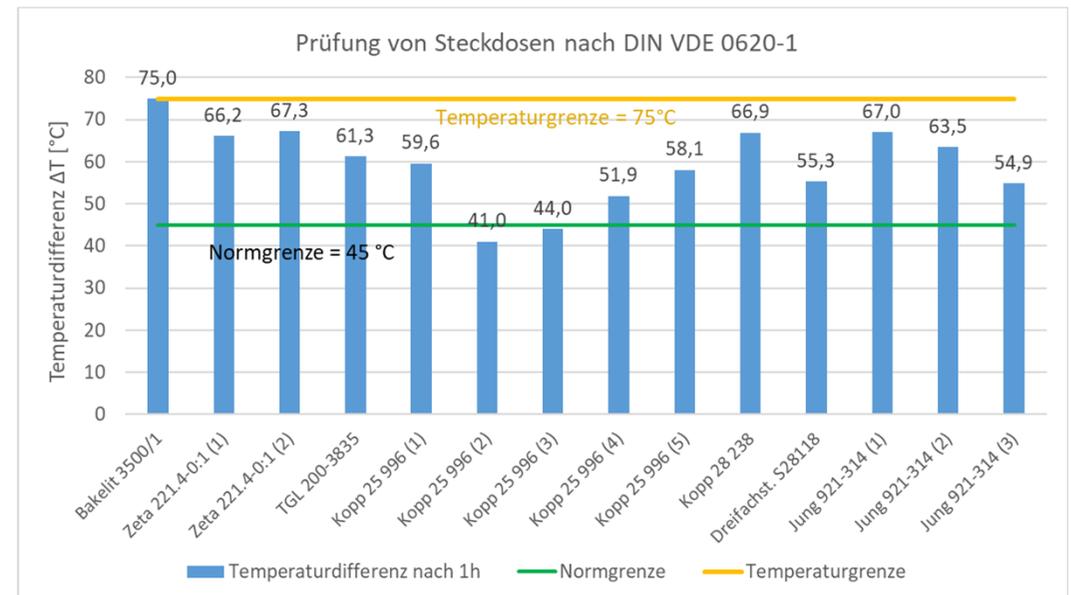


# Auswertung der Versuchsreihen an Steckdosen

Steckdose	Jahr	Leitermaterial	Schutzkontakt	Verlegeart	Bemessungsstrom und -spannung [A/V]	Messnummer
Bakelit 3500/1	bis 1960	Al	ja	AP	10/250	48 – 50
Zeta 221.4-0:1 (1)	bis 1960	Al	nein	AP	10/250	51 – 53
Zeta 221.4-0:1 (2)	bis 1960	Al	nein	AP	10/250	54 – 56
TGL 200-3835	1960 - 1979	Al	ja	UP	10-16/250	57 – 59
Kopp 25996 (1)	ab 1980	Cu	ja	UP	10-16/250	60 – 62
Kopp 28238	ab 1980	Cu	ja	UP	10-16/250	63 – 65
Dreifachsteckdose S28118	ab 1980	Cu	ja	AP	10-16/250	66 – 68
Jung 921-314 (2)	ab 1980	Cu	ja	UP	10-16/250	69 – 71

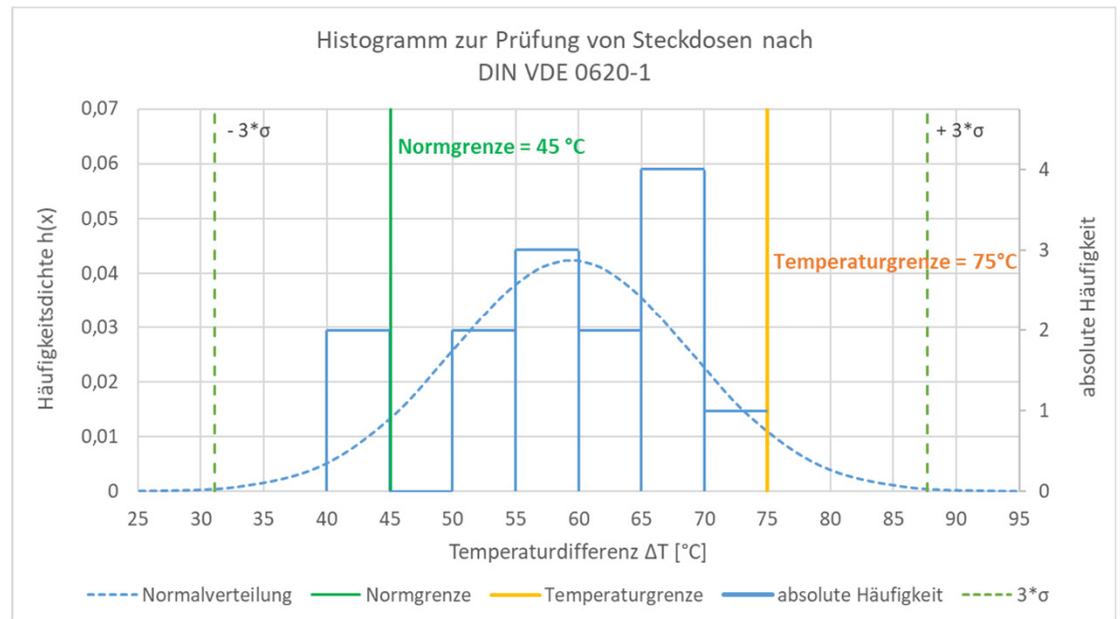
- Vermessung als Aufputz-Installation mit den Stromstärken 8 A, 16 A und max. 20,68 A ( $16 \text{ A} * 1,13$  (kleiner Prüfstrom) + 2,6 A)
- Stecker für Stromzufuhr: Schuko-Stecker HY005-F → teils zerkratzt und oxidiert

Art	Messnummer	Rang	$\Delta T$ [°C]
Bakelit 3500/1	49	1	75,0
Zeta 221.4-0:1 (1)	52	2	66,2
Zeta 221.4-0:1 (2)	55	3	67,3
TGL 200-3835	58	4	61,3
Kopp 25 996 (1)	61	5	59,6
Kopp 25 996 (2)	100	6	41,0
Kopp 25 996 (3)	101	7	44,0
Kopp 25 996 (4)	102	8	51,9
Kopp 25 996 (5)	103	9	58,1
Kopp 28 238	64	10	66,9
Dreifachst. S28118	67	11	55,3
Jung 921-314 (1)	70	12	67,0
Jung 921-314 (2)	104	13	63,5
Jung 921-314 (3)	105	14	54,9
Mittelwert $\bar{x}$ [°C]			59,4
Standardabweichung $\sigma$ [ ]			9,435



- zwei Steckdosen (Kopp 25 996 (2) und (3)) bestehen Normkriterien 45°C für neue Steckdosen, **alle Steckdosen bleiben unter  $\Delta T = 75^\circ\text{C}$  -> es werden keine Materialgrenzwerte erreicht; siehe Tabelle „Kritische Erwärmung von Isolierstoffen“ Folie 12**
- Steckdose 'Bakelit 3500/1' größte Temperaturerhöhung (75 °C) → im Betrieb jedoch mit 10 A abgesichert

Klassen		Häufigkeiten		Summenhäufigkeiten	
untere Grenze	Obere Grenze	absolut [ ]	relativ [%]	absolut [ ]	relativ [%]
40	45	2	14,29	2	14,29
45	50	0	0,00	2	14,29
50	55	2	14,29	4	28,57
55	60	3	21,43	7	50,00
60	65	2	14,29	9	64,29
65	70	4	28,57	13	92,86
70	75	1	7,14	14	100,00



- Keine Gefährdung von Steckdosen bei Steckersolargeräten an 2a), da nur 2,6 A Belastung
- An Verbrauchersteckdosen 2b) können bei Gerätefehler und Überströmen und gleichzeitiger voller Solarstromspeisung Temperaturdifferenzen bis zu 75°C entstehen: allerdings keine Schädigung der Steckdosen.

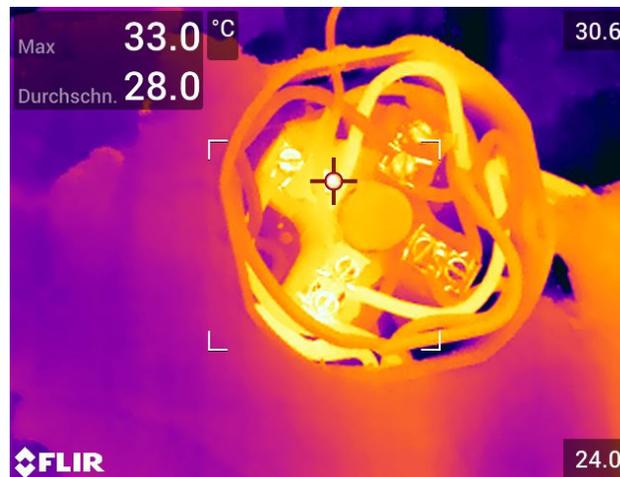
Schraubverbindung	Jahr	Leitermaterial	Anzahl Schraubverbinder	Einbausituation	Vermessungsart
HN -Steckdose 1	bis 1960	Al	2	Aufputz	Labor
HN -Verteilerdose	bis 1960	Al	2	Aufputz	Labor
Bakelit - Verteilerdose	bis 1960	Al	4	Aufputz	Labor
PW-Verteilerdose	1960 -1979	Al	8	Unterputz	Real/Labor
Mü-Verteilerdose	bis 1960	Cu	4	Unterputz	Real

Vermessung der Schraubverbindungen mit den Stromstärken 8 A, 16 A und 25,8 A (16 A x 1,45 (großer Prüfstrom) + 2,6 A)

# Messung Verteilerdosen vor Ort bei Pasewalk



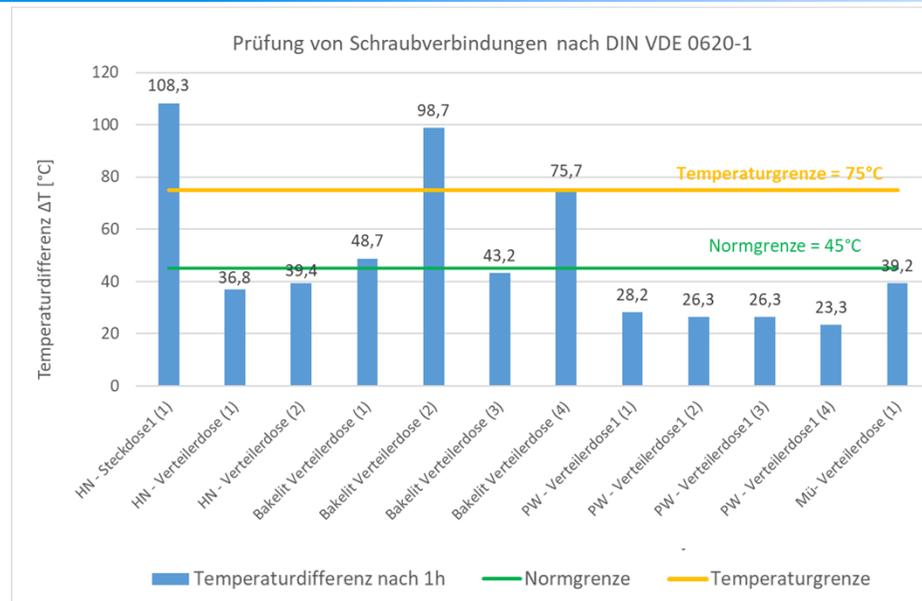
Verteilerdose TGL DDR  
und Aluminiumleitungen  
in Unterputzverlegung,  
Maximale  
Temperaturdifferenz:  
 $\Delta T = 28,8^{\circ}\text{C}$





Elektroinstallation aus 60iger Jahren, Schraubsicherungen, Kupferleitungen  
Prüfstrom 25,8 A, Verteilerdose unter Putz  
Stagnationstemperatur nach 1,5 h Bestromung 60,3°C -> maximale  $\Delta T = 39,2$  K

Art	Messnummer	Nr. / Rang	$\Delta T$ [°C]
HN - Steckdose1 (1)	73	1	108,3
HN - Verteilerdose (1)	76	2	36,8
HN - Verteilerdose (2)	79	3	39,4
Bakelit Verteilerdose (1)	83	4	48,7
Bakelit Verteilerdose (2)	85	5	98,7
Bakelit Verteilerdose (3)	106	6	43,2
Bakelit Verteilerdose (4)	107	7	75,7
PW - Verteilerdose1 (1)	88	8	28,2
PW - Verteilerdose1 (2)	91	9	26,3
PW - Verteilerdose1 (3)	108	10	26,3
PW - Verteilerdose1 (4)	109	11	23,3
Mü- Verteilerdose (1)	120	12	39,2
Mittelwert $x_M$			54,0
Standardabweichung $\sigma$			28,910



- Im Vergleich zu Steckdosen bestehen weitaus mehr Verteilerdosen die Normkriterien, allerdings höherer Maximalwert (108,3 °C) und dreifache Streuung der Messergebnisse
- Die drei Schraubverbindungen über  $\Delta T = 75^\circ\text{C}$  'HN – Steckdose1 (1)', 'Bakelit Verteilerdose (2) und (4)' sind Extremfälle: Durch den Ausbau wurden die Alu-Installationsleitungen sehr locker und beweglich unter Schraubverbindung → in bestehenden, intakten Elektroinstallationen so nicht anzutreffen!
- Die noch eingebauten Verteilerdosen wiesen geringere Temperaturdifferenzen  $< 40^\circ\text{C}$  auf, hielten trotz einem Alter von über 50 Jahren die Normwerte ein!

Schraubverbindung	Kritischer Strom $I_{krit. [A]}$	Reserve [A] bei Absicherung mit...	
		16 A	10 A
HN - Steckdose1 (1)	11,1	-	1,1
HN - Verteilerdose (1)	32,4	16,4	22,4
HN - Verteilerdose (2)	28,0	12	18
Bakelit Verteilerdose (1)	22,3	6,3	12,3
Bakelit Verteilerdose (2)	13,6	-	3,6
PW - Verteilerdose1 (1)	30,0	14	20
PW - Verteilerdose1 (2)	33,0	17	23

- Die Schraubverbindungen HN und Bakelit waren mit 10 A abgesichert!
- Die Verteilerdosen PW weisen trotz einem Alter von über 50 Jahren bei 16 A Absicherung eine in Bezug auf 2,6A vom Steckersolargerät 5-fache Reserve auf.

## Worst Case-Schraubverbindungen HN-Verteilerdose

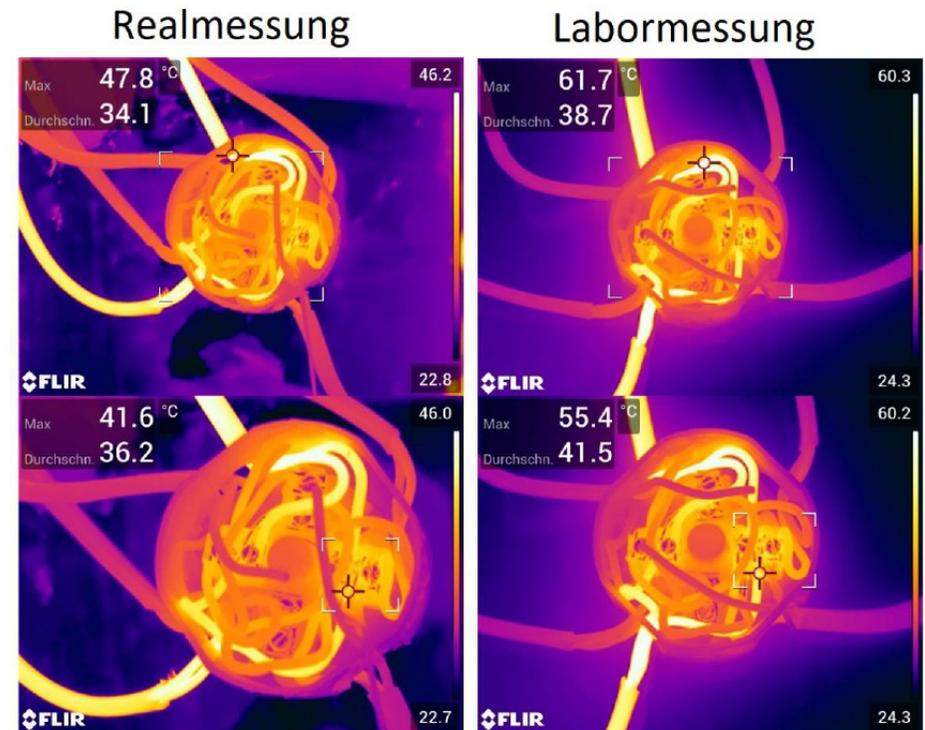
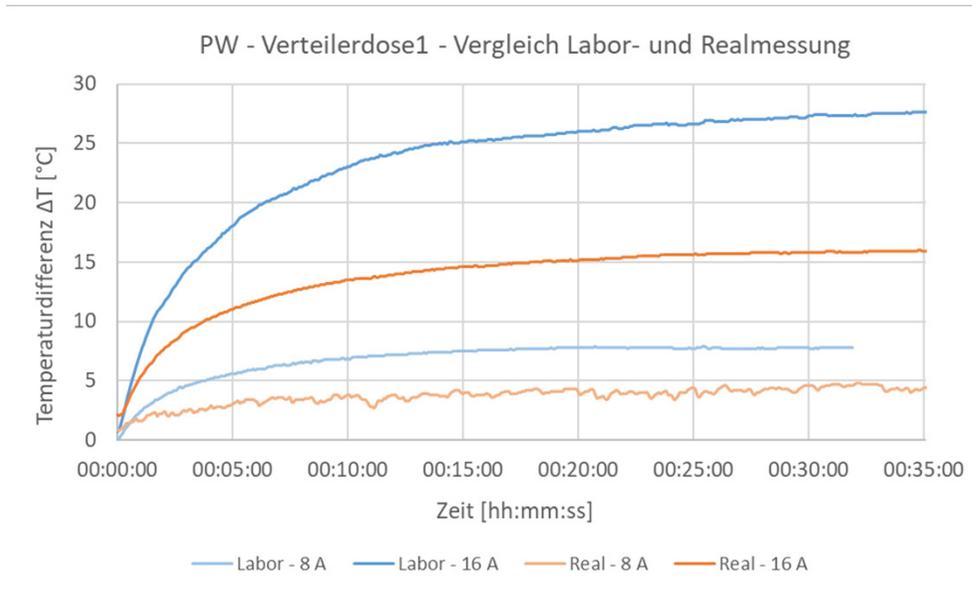


Diese in Hohen Neundorf ausgebaute Verteilerdose zeigte bei der Labormessung den Maximalwert der Temperaturdifferenz von 108,3 °C bei 25,8 A.

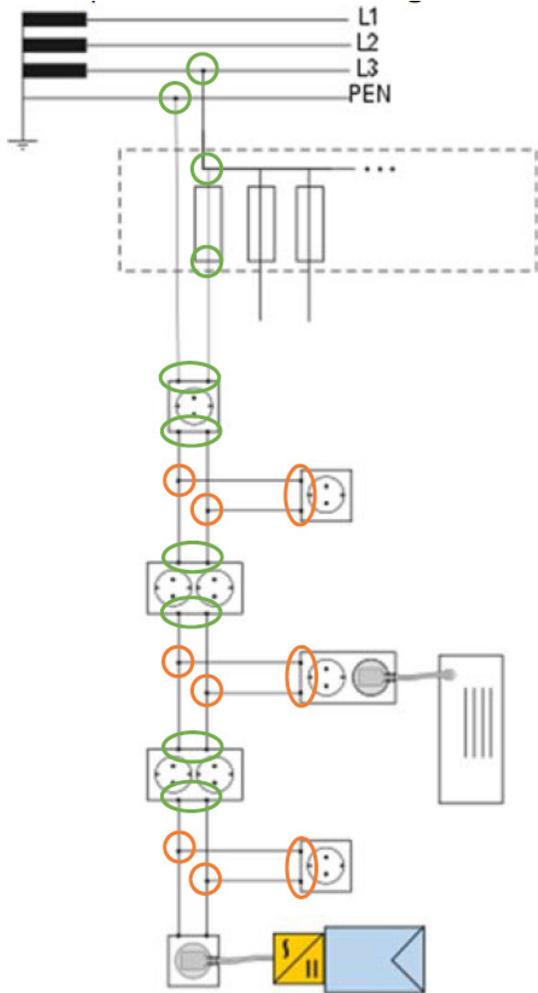
Die Ursache war, dass durch den Ausbau die Aluminiumleitungen nur noch locker in den Schraubverbinder verbunden waren. In bestehenden intakten Elektroinstallationen wären solche lockeren Schraubverbinder nicht anzutreffen.

Leider konnte die Verteilerdose nicht vor dem Ausbau vermessen werden.

## Vergleich zur reale Elektroinstallation:



- Labormessungen weisen höhere Temperaturen auf, vor allem weil durch den Abbau und Transport die Schraubverbindungen der Aluminiumleitungen der Verteilerdose von Pasewalk gelockert wurden.



Mit Steckersolargeräten werden die Kontaktstellen nicht nur mehr belastet sondern auch entlastet. In diesem Beispiel können sich die Ströme an den **12 rot** gekennzeichneten Kontaktstellen erhöhen, während sie sich an **20 grün** gekennzeichneten Kontaktstellen verringern. Somit sinkt insgesamt die Wahrscheinlichkeit von zu hohen Temperaturen an den Kontaktstellen.

- **Höhere Belastung der Kontakte und Leitungen unwahrscheinlich aber möglich!**
- **Niedrigere Belastung der Kontakte und Leitungen gegeben!**

- Rahmenbedingungen:

1. Bagatellgrenze 600 W → zulässiger Einspeisestrom Stecker-Solaranlage 2,6 A
2. Gerätefehler/Überstrom < 25,8A/28,2A an Verbrauchsteckdose gleichzeitig
3. zulässige, brandsichere Temperaturerhöhung 75°C

1) Leitungen: Verlegearten B2, C und E → Schutz der Leitungen bei Überstrom gewährleistet; Verlegeart A2 → Belastbarkeitsreserven zu gering zur Kompensation des Überstroms., allerdings muss nach Norm die Leitung auch ohne Steckersolargerät mit 13 bzw. 10 A abgesichert werden

2) Steckdosen:

2a) Belastung durch Steckersolargerät wird von allen Steckdosen getragen.

2b) Bei Belastung durch Gerätefehler bzw. Überstrom an Verbrauchersteckdose bei gleichzeitiger max. Solarstromeinspeisung erwärmt sich keine Steckdosen um mehr als 75°C -> keine Brandgefährdung

3) Verteilerdosen insbesondere die Kontaktstelle Schraubverbindung und Installationsleitung sind aufgrund ihrer Komplexität als kritisch zu betrachten: Zustände der Schraubverbindungen variieren deutlich.

Allerdings wiesen nur die ausgebauten Verteilerdosen und Schraubverbindungen mit Aluminiumleitungen Temperaturdifferenzen über 75°C auf. Durch Abbau, Transport und Präparation wurden die Schraubverbindungen massiv in Mitleidenschaft gezogen → in intakter Elektroinstallation so nicht vorzufinden. Siehe auch Vergleich Real- und Labormessungen.

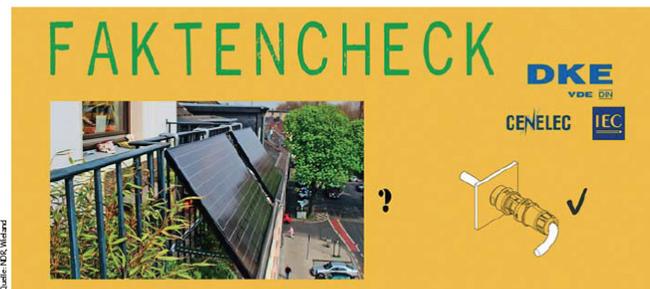
Die vor Ort vermessenden über 50ig Jahre alten Verteilerdosen wiesen Temperaturdifferenzen unter dem Normwert für neue Steckdosen bzw. Schraubverbindungen auf  $\Delta T = 45^\circ\text{C}$  .

Ganz allgemein: Elektroinstallationen, die ihre theoretische Lebensdauer von 35 Jahren überschritten haben, sind auf Beschädigungen überprüfen und bedarfsweise zu sanieren.

Steckersolargeräte bis 600 W können selbst bei 60 Jahre alter Elektroinstallation (auch mit Aluminiumleitungen = Worst Case) **keine kritischen Zustände (Brand etc.) auslösen**. Sie können sogar **Überströme an Kontaktstellen vermindern**.

Der Normarbeitskreis AK DKE 373.0.4 hat deshalb eine Gerätesicherheitsnorm für Steckersolargeräte bis 600 W mit Schukostecker erarbeitet und zur Abstimmung in das DKE-Komitee 373 eingebracht. Durch starke Einsprüche des GDV, FNN und des ZVEH gegen den Schukostecker kam es zu einer Patt-Situation bei der Abstimmung.

Daraufhin empfahl das Komitee 373 den Passus mit dem Schukostecker in den unverbindlichen Anhang der Normentwurf zu verschieben. Wie die endgültige Norm aussehen wird, bleibt abzuwarten...



Quelle: MKR, Weiland

Bewertung der geläufigen Behauptungen von Befürwortern steckerfertiger Klein-Photovoltaik-Anlagen

## Faktencheck vom Normungsexperten

PV-Anlagen können bekanntermaßen im Rahmen der Energiewende einen bedeutenden Beitrag zum notwendigen Umbau der elektrischen Energieversorgung leisten. Aktuell werden Klein-PV-Anlagen, die über Steckeranschluss an vorhandene Stromkreise angeschlossen werden, als einfache Möglichkeit für Wohnungsnutzer – also Eigentümer oder Mieter – der Beteiligung an einer PV-Netzeinspeisung propagiert.

Aber auch diese sogenannten Balkonkraftwerke müssen die notwendige technische Sicherheit bieten und den regulatorischen Rahmenbedingungen entsprechen. Es ist festzustellen, dass es bei der öffentlichen Auseinandersetzung mit diesen steckerfertigen Klein-PV-Anlagen immer wieder zu umstrittenen Aussagen bzw. Behauptungen kommt. Diese bedürfen einer sachorientierten Bewertung und – wo erforderlich – einer Richtigstellung.

**Behauptung 1 zu Haushaltssteckern**  
Sie lautet: »Die Einspeisung von Klein-PV-Anlagen über Haushaltsstecker ist in anderen Ländern zulässig«. Die normative Grundlage für den Anschluss von Erzeugungsanlagen (und damit auch von Klein-PV-Anlagen) ist auf europäischer Ebene das Dokument HD 60364-5-551 »Low-voltage electrical installations – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment – Clause 551: Low-voltage generating sets«. Aktuell gültig ist die Ausgabe 2010-02 mit dem Corrigendum 2010-12 und dem Amendment A11 von 2016-05. Hiernach darf eine Erzeugungsanlage generell nicht über eine Steckvorrichtung an

einen (neu installierten oder bereits vorhandenen) Endstromkreis angeschlossen werden. Sie ist in jedem Fall fest anzuschließen. Dies gilt unabhängig von der Ausführung der Steckvorrichtung.

Einzig für Deutschland wurde hierzu eine national abweichende Regelung (siehe DIN VDE V 0100-551-1:2018-05) eingeführt. Hiernach ist es zulässig, eine Erzeugungsanlage entweder fest oder auch über eine spezielle Energiesteckvorrichtung (z. B. nach DIN VDE V 0628-1) anzuschließen. Auf dieser Grundlage sind 2018 in Deutschland erstmalig die normativen Voraussetzungen zum Anschluss von sogenannten steckerfertigen PV-Anlagen geschaffen worden.

**Behauptung 2 zum Steckdosenschluss**  
Die Behauptung 2 lautet: »Der Anschluss über haushaltsübliche Steckdosen (Schuko) ist gefahrlos möglich«. Bestehende Endstromkreise sind grundsätzlich nicht unter dem Aspekt der »Rückwärts«-Einspeisung geplant und errichtet worden. Der Anschluss von Erzeugungsanlagen an einen Endstromkreis birgt die Gefahr, dass der zusätzliche Strom, der in diesem Stromkreis möglicher-

weise direkt zu dort angeschlossenen Verbrauchsgaräten geführt wird, nicht von der zugeordneten Schutzeinrichtung in der Verteilung (Sicherung oder Leitungsschutzschalter) berücksichtigt werden kann. Somit ist eine Überlastung dieses Stromkreises nicht ausgeschlossen. Diese Gefahr kann beseitigt werden, wenn die Absicherung im Verteiler unter Berücksichtigung des zu erwartenden zusätzlich eingespeisten Stroms (reduzierter Bemessungsstrom) angepasst wird. Dies erfolgt nach entsprechender Bewertung durch eine Elektrofachkraft. Zusätzlich ist sicherzustellen, dass der eingespeiste Strom diese jetzt geschaffene »Reserve« nicht überschreitet, z. B. durch entsprechende Beschriftung der vorgesehenen Einspeisestelle, z. B.: »max. Einspeiseleistung ### Watt«.

Außerdem suggeriert eine Einspeisemöglichkeit über haushaltsübliche Steckdosen dem Laien, dass hier problemlos auch der Anschluss mehrerer Klein-PV-Anlagen – möglicherweise an denselben Endstromkreis – zulässig wäre, gemäß dem Motto »was möglich ist, wird auch gemacht«. Schließlich ist man es ja gewohnt, alle Geräte, die über einen haushaltsüblichen Stecker verfügen, unbedarft



Balkonkraftwerke in der Diskussion

## Faktencheck vom anderen Normungsexperten

Dieser Beitrag setzt sich mit einer Bewertung von geläufigen Behauptungen von Ablehnern steckerfertiger Klein-Photovoltaik-Anlagen »Steckersolargeräte« auseinander und bezieht sich dabei auf den »Faktencheck« von Normungsexperten Dipl. Ing. Bernd Siedelhofer in der de 12.2022, S. 24 ff.

Nachtteil hat. Im Gegenteil, die Energie wird umsonst in das Netz eingespeist, der Anlagenbetreiber verschenkt seinen nicht genutzten Solarstrom.

Die Bundesnetzagentur (BNA) besteht dagegen grundsätzlich auf eine zusätzliche Messeinrichtung: [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/A\\_Z/B/BalkonPV.html](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/A_Z/B/BalkonPV.html) Die DGS e.V., die Verbraucherzentrale (<https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/erneuerbare-energien/stecker-solarstrom-vom-balkon-direkt-in-die-steckdose-44715>), SPV e.V., Greenpeace und auch viele Rechtsanwältinnen teilen diese Rechtsauffassung der BNA, des BDEW und vieler Netzbetreiber aus den oben genannten Gründen nicht.

**Behauptung 6 zu »Bagatelgrenzen«**  
»Für den Netzanschluss gelten Bagatelgrenzen«. Auch diese Aussage hält m.E. stand. In den vorbeteiligten Ausführungen bin ich schon auf den Bagatelbegriff eingegangen. Zu dem erließ die EU die Verordnung 2016/631 der Kommission zur Festlegung eines Netzkodex mit Netzanschlussbestim-

mungen für Stromerzeuger in dem es heißt: »...(2) Stromerzeugungsanlagen der folgenden Kategorien gelten als signifikant: a) Netzanschlusspunkt unter 110 kV und Maximalkapazität von mindestens 0,8 kW (Typ A); ...«. Somit kann sehr wohl 800 W bezüglich der Netzeinspeisung als Bagatelgrenze gelten. In der 2019 in Kraft getretenen FNN/VDE-AR-N 4105, Kapitel 5.5.3 »Steckerfertige Erzeugungsanlagen« ist folgende Passage zu finden: »Wird eine steckerfertige Erzeugungsanlage über eine vorhandene, spezielle Energiesteckdose (z. B. nach VDE V 0628-1 (VDE V 0628-1)) angeschlossen und ist ein Zwerchzahlzähler auf dem zentralen Zählerplatz vorhanden, dürfen im Inbetriebsetzungsprotokoll E.8 die Unterschrift des Anlagenerrichters und die Angaben zum Anlagenerrichter entfallen. Ein Lageplan ist in diesem Fall nicht notwendig. Dies gilt nur bis zu einem  $S_{max} \leq 600$  VA je Anschlussnutzereinheit.« Somit gilt auch nach dieser FNN-Anwendungsregel eine Bagatelgrenze. Steckersolargeräte, die die Sicherheitsanforderungen des DGS-Sicherheitsstandards bzw. der zu-

künftigen VDE-Produktnorm erfüllen, halten alle zutreffenden Anforderungen der FNN/VDE-AR-N 4105 etc. Zur »speziellen Energiesteckdose (z. B. nach VDE V 0628-1 (VDE V 0628-1))« siehe Ausführungen unter Behauptung 1 und 2.

**Fazit**  
Steckersolargeräte mit einer Leistung bis 600 W können unter Einhaltung von den o.g. Sicherheitsstandards sicher und ohne Einschränkung in vorhandene Haushaltsteckdosen einspeisen.



**Autor:**  
Dipl.-Ing. Ralf Haselnuhn,  
Vorsitzender des Fachausschusses  
Photovoltaik der Deutschen  
Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.  
(DGS)



das elektrohandwerk

www.elektro.net

Mehr dazu unter:

<https://www.dgs.de/news/en-detail/090922-balkonkraftwerke-in-der-diskussion/>

DGS

Berlin

# DGS – PV-Betriebs- und Sicherheitstagung 2022



## 6. DEUTSCHE PHOTOVOLTAIK-BETRIEBS- UND SICHERHEITSTAGUNG



Ralf Haselhuhn  
Deutsche Gesellschaft für  
Sonnenenergie e.V.

» Wer Up to date in Punkto Regeln und Normen sein will, kommt an unserer DGS-Tagung nicht vorbei. Ob EEG, Statik, Dachdichtigkeit, Brandschutz, Lichtbogendetektion, Steckersolar, Repowering, Wärmepumpen, Sicherheit und Explosionsschutz bei Lithium-Ionen-Zellen, Effizienz von PV-Speichern... alles, was für die Solarbranche hochaktuell und wichtig ist. «

STUNGEN

Dienstleistungen

Aktuelles

Partner

Über uns



Tickets

Mehr dazu unter:

<https://www.conexio-pse.de/veranstaltungen/photovoltaik-betriebs-und-sicherheitstagung/>

## 6. DEUTSCHE PHOTOVOLTAIK-BETRIEBS- UND SICHERHEITSTAGUNG

24.-25. NOVEMBER 2022 | BERLIN

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

und für die Förderung des Projektes durch das



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

