

PV-ÜBERSCHUSSLADEN IN DER PRAXIS: EINE ANALYSE VON LABOR- UND FELDMESSDATEN

Nico Orth^{1*}, Joseph Bergner¹

Die Vorteile des solaren Überschusslades sind bekannt: Es wird auf der einen Seite als kostengünstige und CO₂-reduzierende Maßnahme zum Laden der Elektrofahrzeuge angesehen. Auf der anderen Seite kann die dezentrale Nutzung der Solarenergie zur Fahrzeugladung Einspeise- und Verbrauchspitzen reduzieren und somit das Stromnetz entlasten [1], [2]. Wie effizient die solare Ladung der Elektrofahrzeuge jedoch erfolgt und wie hoch der Solaranteil an der Fahrzeugladung ausfällt, stand bisher nur sehr oberflächlich im Fokus wissenschaftlicher Untersuchungen [3], [4].

Dieser Beitrag analysiert zum einen die Vermessungen von 5 Wallboxen unter identischen und kontrollierten Laborbedingungen. Zum anderen werden die Monitoringportaldaten von 730 Haushalten aus dem Feld verglichen.

Labormessungen

Im Rahmen des Forschungsvorhabens Wallbox-Inspektion haben die Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin, das Fraunhofer ISE und der ADAC e.V. gemeinsam mit mehreren Industriepartnern einen Testleitfaden zur Charakterisierung von unidirektionalem und solaren Laden für Elektrofahrzeuge entwickelt [5]. Der Leitfaden beschreibt die einheitliche Vermessung zentraler Systemeigenschaften von gesteuerten Wallboxen im Privatbereich. Im Fokus stehen dabei Tests zur Ermittlung des System- und Peripherieverbrauchs im Stand-by-Modus, Start- und Ausschaltbedingungen, die stationäre und dynamische Regelgüte und die Phasenumschaltung zwischen dem ein- und dreiphasigen Laden. Die Ergebnisse werden im Rahmen der Wallbox-Inspektion 2025 veröffentlicht [6]. Abbildung 1 links stellt einen Ausschnitt des Sprungantworttests zur Bestimmung der Tot- und Einschwingzeit sowie der stationären Regelungsabweichungen gegenüber. Bei System D1 beträgt die mittlere Zeitspanne bis zur ersten Leistungsänderung über den gesamten Sprungantworttest z. B. 73 s, bei System C1 sind es hingegen nur 2,7 s. Die Zeitspanne bis die neuen Sollwerte erreicht sind, variiert mit einer Einschwingzeit von 37 s bei positiven und 6,5 s bei negativen Sollwertänderungen bei der Wallbox B1 am stärksten.

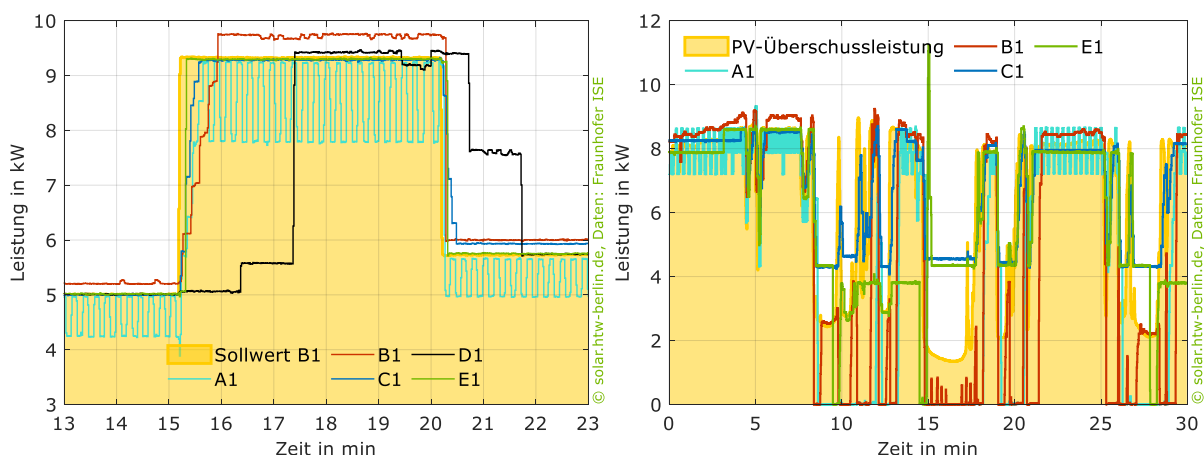


Abbildung 1: Links: Reaktionsverhalten und resultierende Leistungsflüsse der analysierten Systeme im dreiphasigen Sprungantworttest für die Stufen 3 bis 5. Rechts: Reaktionsverhalten unterschiedlicher Wallboxen auf die Vorgabe von in Einfamilienhäusern gemessenen sekundlichen Überschussleistungen (PV-Leistung abzüglich Haushaltslast) an einem stark wechselbewölkten Sommertag. Messungen: Fraunhofer ISE, Grafik: HTW Berlin.

¹ Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin - Forschungsgruppe Solarspeichersysteme, Wilhelminenhofstr. 75 A 12459 Berlin, storage-systems@htw-berlin.de, solar.htw-berlin.de, *Alter vom Autor Nico Orth: 30 Jahre

Abbildung 1 rechts stellt einen ergänzenden Anwendungstest dar, der auf Grundlage von sekundlichen Messungen der Haushaltslast und der PV-Erzeugung in Einfamilienhäusern in Berlin entwickelt wurde und ein reales Betriebsverhalten an einem Tag mit stark wechselhafter Bewölkung widerspiegelt. Durch die hochfrequenten Schwankungen des solaren Überschusses schaltet die dreiphasige Wallbox A1 mehrmals ein und aus. Eine leichte Verzögerung bei den Einschaltvorgängen soll sicherstellen, dass die Überschussleistung für mehr als 30 s oberhalb des Schwellwerts von 4,2 kW liegt. Die Leistungsabgabe der Wallbox ist zudem von hochfrequenten Schwankungen um den Sollwert geprägt. Das Ladeverhalten der Wallbox C1 ist hingegen deutlich ruhiger und von Ausschalt- bzw. Umschaltverzögerungen gekennzeichnet, die ein zu häufiges Schalten der Wallbox verhindern. Weitere Labor- und Anwendungstests werden im Rahmen des Beitrags vorgestellt.

Feldmessungen

Im Rahmen der Studie „Solares Laden von Elektrofahrzeugen“ wurde unter anderem eine Analyse von 730 Haushalten mit Solaranlage und Elektrofahrzeug vorgestellt [7]. Die Messdaten wurden anonymisiert von der Fronius International GmbH bereitgestellt. Der Solaranteil an der Fahrzeugladung beträgt im Mittel 53 %, wie Abbildung 2 zeigt. Der Batteriespeicher steigert den Solaranteil an der Fahrzeugladung im Durchschnitt um 9 Prozentpunkte. In drei Viertel der Haushalte beträgt die Steigerung des Solaranteils durch einen Heimspeicher weniger als 15 %. Vereinzelt Haushalte profitieren jedoch mit Steigerungen über 30 % deutlich stärker von der Batterie. Erstaunlich ist: In 68 % der analysierten Haushalte wird das Elektrofahrzeug an mehr als 3 Tagen die Woche geladen – und das vornehmlich zur Mittagszeit. Dabei kommt in der Regel die Funktionalität des dynamischen Überschussladens zum Einsatz, durch die die Ladeleistung von der Wallbox automatisch an den solaren Überschuss angepasst wird. Gegenüber dem herkömmlichen, ungesteuerten Laden des Elektrofahrzeugs direkt bei Ankunft und mit maximaler Leistung, lässt sich mit der Überschussregelung der Solaranteil im Mittel um 25 Prozentpunkte steigern. Welchen Einfluss weitere Faktoren wie das Ladeverhalten oder die Ladehäufigkeit auf die Ergebnisse haben, soll der Beitrag zeigen.

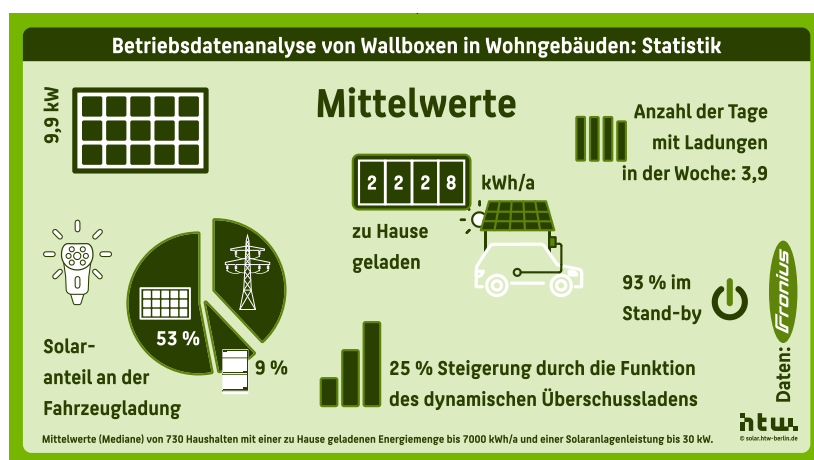


Abbildung 2: Mittelwerte (Median) unterschiedlicher zentraler Kenngrößen der Betriebsdatenanalyse von Wallboxen in Wohngebäuden. Daten: Fronius International, Stichprobe: 730.

Referenzen

- [1] Agora Verkehrswende: „Gesteuertes Laden. Warum es sich lohnt, beim Laden von Elektrofahrzeugen auf Stromangebot und Netzauslastung zu achten“, Mai-2023. [Online]. Verfügbar unter: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2023/Gesteuertes-Laden/97_Analyse-Gesteuertes_Laden.pdf
- [2] B. Prof. Dr. Engel, J. Wussow: „Kurzstudie: Können PV-Speichersysteme die Netzintegration der Elektromobilität unterstützen“, Braunschweig, Kurzstudie, 2019
- [3] P3 Group GmbH, P3 Energy Lab: „P3 EMS Benchmark - Ausgabe 01 | Energy Management Systeme“, P3 Group GmbH, Juni 2024
- [4] L. Spangenberg, S. Butterweck, Dr. R. Hockauf: „Erfahrungsbericht aus 2+ Jahren PV-optimiertem Laden“, gehalten auf der 38. PV-Symposium / BIPV-Forum, Bad Staffelstein, 2023, S. 11
- [5] Dr.-Ing. B. Wille-Hausmann u. a.: „Prüfrichtlinie - Unidirektionales und Solares Laden“, Mai 2025
- [6] J. Bergner, N. Orth: „Wallbox-Inspektion 2025“, Berlin, 2025
- [7] N. Orth, J. Bergner, S. Salehi: „Solares Laden von Elektrofahrzeugen“, HTW Berlin, Berlin, 2025