

WENIGER KOMPLEXITÄT UND MEHR ZUVERLÄSSIGKEIT HINTER JEDEM SOLARMODUL

Franz BAUMGARTNER¹

Einleitung

„Hat die Solarzelle eine Zukunft?“, hat der Autor vor drei Jahrzehnten als Titel eines e&i Beitrags gewählt und schon damals mit JA beantwortet.[1] Heute gibt es fast kein Land welches nicht entweder Photovoltaik oder Wind als die dominante Technologie für eine zukünftig, sichere und unabhängige Stromerzeugung einstuft. Aber wie sicher ist diese Versorgung über die Betriebsdauer, und damit wie wirtschaftlich ist die am Haushaltsendkundenmarkt sehr beliebte Photovoltaik (PV) Lösung der Optimizer. Diese Handteller grosse Photovoltaik Leistungselektronik Komponente, stellt global ein Milliardengeschäft dar, kann aber oft die angepriesenen Performance Vorteile nicht in der Jahresbilanz ausweisen. Dies zu belegen, kann aktuell noch nicht mit kommerziellen Simulationstools mit zufriedenstellender Genauigkeit erreicht werden. Gleichzeitig bergen die Optimizer oder die Modulinverters ein hohes Kostenrisiko, wenn sie mit teurer Handwerksleistung ersetzt werden müssen, da die Betriebstemperatur auf dem Dach hinter dem Solarmodul die Betriebsdauer reduzieren kann.[2]

ZHAW PVshade eine Methode zur Performance Analyse bei Verschattung

An der Zürcher Hochschule ZHAW konnte in den letzten vier Jahren im Rahmen eines Forschungsprojekt für das Bundesamt für Energie und unter Einbezug von sechs Studentenarbeiten eine Method zur Bestimmung der möglichen Performance Vorteile von Modul Level Power Electronic (MLPE) versus konventioneller Leistungselektronik mit String Inverters entwickelt werden.[3] Sie basiert auf Messungen der Komponenten im Labor in allen relevanten Lastpunkten, die notwendig wurden, da die Hersteller dieser Komponenten den Endkunden nur Effizienzen in idealisierten Arbeitspunkte in den Herstellerdatenblättern und Marketingpapieren überlassen und Abweichungen um ca. 2% üblich sind.

Indoor Measurements
of power electronic components in the
relevant operation area

Annual Simulations
of shadow propagation & losses for each
power electronic component / optimizer

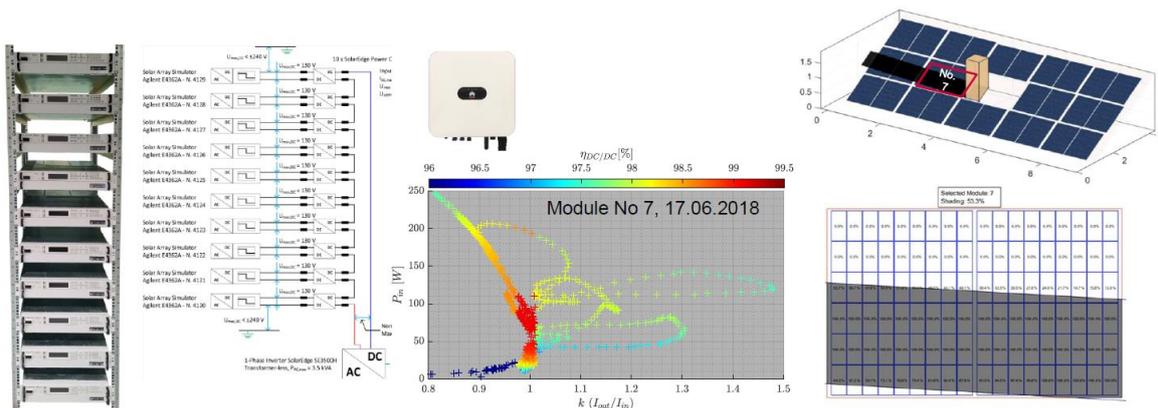


Abbildung 1: Das MLPE PV System auf dem Dach wird im Indoor Labor emuliert, wobei die kommerziellen Optimizer entsprechend der zugeordneten aktuellen Verschattung mit unterschiedlichen PV Modul Array Simulatoren an den DC Eingängen der Optimizer in der gesamten System Funktionalität, z.B. mit 10 Optimizer in Serie betrieben und so in allen Lastpunkten gemessen wird. Das Bild in der Mitte zeigt so den Tagesverlauf der Arbeitspunkte des Optimizer No. 7 hinter dem Modul links vom Schornstein, wobei die Farbe den Wirkungsgrad abbildet. So können die realen Verlustmodell in der Jahresertragssimulation eingebunden werden.

¹ ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, School of Engineering, Studiengangleiter Energie- und Umwelttechnik, CH-8401 Winterthur, Technikumstr. 9, +41 58 934 72 32, bauf@zhaw.ch, <https://www.zhaw.ch/en/about-us/person/bauf/>

Drei System Varianten sind heute bei Verschattung verfügbar

Diese drei möglichen Verschattungsvarianten sind heute weltweit am einfachen Hausdach in Gebrauch. Leider verursachen die Optimizer selbst auch beträchtliche Verluste, die bei schwacher und mittlerer Verschattung, deren prinzipiellen Vorteile wieder wettmachen.

MLPE systemtypes with and without Power Optimizer

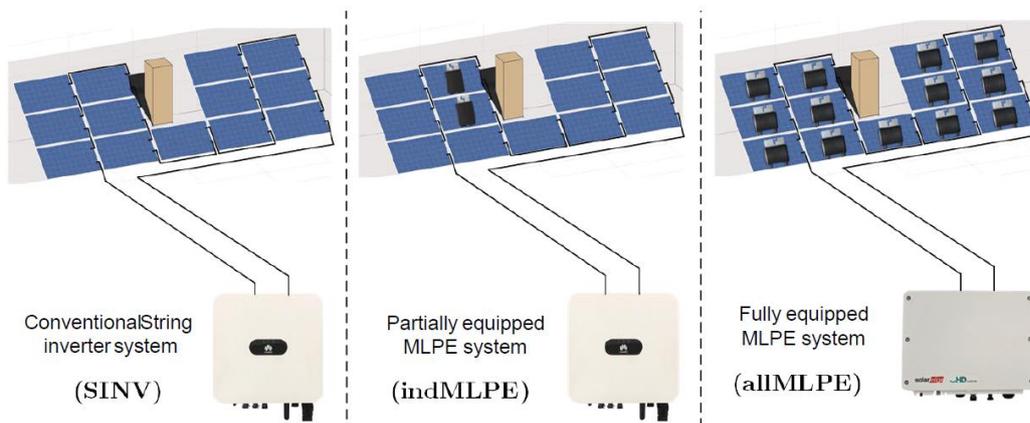


Abbildung 2: Die Solarmodule können wie links nach der herkömmlichen Serienschaltung auf den DC Eingang des String Inverters verschaltet werden, mit dem Nachteil, dass so ein beschattetes Module mit dem eingprägten DC-Strom nicht im optimalen Arbeitspunkt betrieben werden kann, da dafür eventuell ein kleiner Strom nötig wäre.[2] Diesen Vorteil haben grundsätzlich die beiden anderen Systemvariante, wobei dies ganz rechts mit einem DC/DC Wandler (MLPE/Optimizer) hinter jedem Modul oder nur mit wenigen ausgewählten Optimizern hinter den am stärksten verschatteten Modulen, erfolgt.

Resultate

Im Rahmen der Europäischen PV-Konferenz 2023 konnten die bisherigen Performance Analysen von Standard PV Modulen mit drei Bypass Dioden um die neuartigen „Shading Tolerant PV Modules“ mit mehr Bypass Dioden erweitert werden.[4] Die ersten Ergebnisse haben klar gezeigt, dass deren Einsatz zu vergleichbaren Jahreserträgen für das verschattete Einfamilienhausdach führt, wie die heute dafür am Markt dominanten MLPE / Optimizer. Allerdings mit dem gravierenden Vorteil, dass dabei die langjährige Betriebsdauer erwartbar ist, da keine komplex Leistungselektronik am Dach notwendig wird. In diesem Beitrag sollen neue Ergebnisse präsentiert werden, wie z.B. ein allgemein zugängliches Webtool und auch über die Fortschritte bei der Erarbeitung eines IEC-Standards zur Ermittlung der Jahresperformanz bei Verschattung, welcher der Autor für die IEC im Rahmen der TC82 als Teamverantwortlicher nachgeht.

Referenzen

- [1] F. Baumgartner, e&i Jg. 112, H 10 (1995)
- [2] F. Baumgartner, bulletin.ch 5 / 2021, S62, <https://youtu.be/yKz-zbxijFU>
<https://www.zhaw.ch/en/about-us/person/bauf/>
- [3] C. Allenspach, F. Carigiet, A. Bänziger, A. Schneider and F. Baumgartner, « Power Conditioner Efficiencies and Annual Performance Analyses with Partially Shaded Photovoltaic Generators Using Indoor Measurements and Shading Simulations», Wiley Solar RRL 2200596, [Online] DOI: doi.org/10.1002/solr.202200596 (2022).
- [4] F. Baumgartner, EUPVSEC, Lisbon Sept 2023; <https://userarea.eupvsec.org/proceedings/>
- [5] " Maximizing photovoltaic system performance: Insights on partial shading and power electronics", <https://www.pv-magazine.com/2023/11/09/maximizing-photovoltaic-system-performance-insights-on-partial-shading-and-power-electronics/> (Aufgerufen 9.Nov, 2023).
- [6] F. Baumgartner et. al; Report T13 Shading (2024); <https://iea-pvps.org/research-tasks/>