

Methoden und Probleme bei Schattenbehandlung bei PV-Anlagen

Als ehemaliger Professor für Photovoltaik-Systemtechnik an der Berner Fachhochschule, Leiter vieler Forschungsprojekte und Autor vieler Bücher und Fachbeiträge über PV freut es mich sehr, wie sich die Photovoltaik in den letzten Jahren rasant weiter entwickelt und längerfristig einen wesentlichen Beitrag zur Landesstromversorgung übernehmen soll. Neben laufenden Verbesserungen des Wirkungsgrades der Module und Wechselrichter werden auch andere Methoden zur Erhöhung der Energieausbeute von PV-Anlagen eingesetzt. Ein Problem ist die überproportionale Verringerung der Leistung von PV-Modulen bei Teilbeschattung. Die I-U- und die P-U-Kennlinie von beschatteten Teilen des PV-Generators und damit die produzierte Leistung und die Lage der MPP (Maximum Power-Points) werden dabei massiv verändert.

Als Gegenmassnahme wird seit einiger Zeit mit sogenannten Power-Optimisern versucht, aus den vom Schatten betroffenen Teilen des PV-Generators durch ein geeignetes Schattenmanagement trotzdem noch das Maximum an Leistung herauszuholen. Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Methoden. Eine davon verursacht jedoch in ihrer Umgebung eine relativ starke hochfrequente Störstrahlung, die zunehmend benachbarte Funkdienste beeinträchtigt. Da ich schon seit vielen Jahren aktiver Funkamateur bin, habe ich diese Entwicklung unmittelbar miterlebt.

Optimierung mit **Power Optimisern auf Modulebene (MLPE, Module Level Power Electronic)**

Eine Methode ist die **Power-Optimierung auf Modulebene (MLPE)** mit je einem speziellen Optimiser (DC/DC Wandler) pro Modul (oder auch pro 2 Module), die im ganzen PV-Generator verteilt sind und alle dauernd schnell schaltende Elemente enthalten. Jeder dieser MLPE wirkt als breitbandige HF-Störquelle und wegen ihrer grossen Zahl und Verteilung im ganzen Generator wirkt die Verdrahtung des PV-Generators als mehr oder weniger gute Sendeantenne für in die Umgebung abgestrahlte hochfrequente Störungen. Dabei ist frequenzmässig ein sehr weiter Bereich (typisch extrem breitbandig von etwa 1 MHz bis 1 GHz) betroffen. All diese Störungen zusammen erzeugen eine beträchtliche Gesamtstörung. Bei einer PV-Anlage von etwa 10 kW reichen diese Störungen beispielsweise im HF-Bereich 3 bis 30 MHz bis in einen Abstand von über 200 m, d.h. es resultiert daraus eine wesentliche Störung des Kurzwellen-Funkverkehrs. Die Abstrahlung solcher Störungen stellt eine zwar nicht sichtbare Umweltverschmutzung dar, die aber bei einer weiteren Verbreitung von PV-Anlagen mit MLPE noch deutlich steigen und viele verschiedene Funkdienste (nicht nur den Amateurfunk) stören könnte.

Vom **BAKOM** (Bundesamt für Kommunikation) durchgeführte Messungen haben gezeigt, dass die von solchen Anlagen in die Umgebung abgestrahlten Störungen deutlich über den anwendbaren Richtwerten liegen. Bei Überschreitung dieser Werte kann das **BAKOM Massnahmen zur Reduktion der Störung an der Quelle** verfügen. Erfahrungsgemäss kann durch Anbringen von 3 geeigneten Ferritkernen an jedem Optimiser eine Reduktion von etwa 10 dB erreicht werden. Eine effektivere Massnahme zur Reduktion der Störungen müsste der Hersteller durch den Einbau zusätzlicher Filter in jeden MPE vornehmen. Wenn im Extremfall trotz aufwendigen Entstörmassnahmen keine genügende Reduktion der Störungen möglich ist, kann das BAKOM sogar eine Abschaltung einer PV-Anlage mit MLPE verfügen.

Optimierung mit **Power Optimisern auf String-Ebene (SLPO)**

Es gibt aber noch eine andere, prinzipiell einfachere Möglichkeit zur Leistungsoptimierung, nämlich **SLPO** (String-Level Power Optimiser). Die **Optimierung** erfolgt dabei mit einer geeigneten Software für jeden String im **Wechselrichter** und es sind keine zusätzlichen Hardware-Elemente erforderlich. Im PV-Generator werden nur normale Module mit Bypassdioden eingesetzt. Jeder String ist beim WR an einen separaten MPPT-Eingang angeschlossen. Durch einen **gelegentlichen kurzzeitigen Scan der ganzen I-U-Kennlinien jedes Strings (z.B. alle 1 bis 5 Minuten)** ermittelt der WR für jeden String periodisch den MPP, an dem die Leistung des Strings maximal ist. Bei Teilbeschattung ergeben sich mehrere lokale MPPs, aus denen die Software dann den Maximalwert GMPP, den globalen MPP, bestimmt. Diese Methode dürfte eine wesentliche Reduktion des oben erwähnten Störproblems mit MLPE ermöglichen, viel stärker als bei einem blossen Einsatz von MLPE mit Klappferriten. Der Aufbau der Anlage wäre viel einfacher und die totale Komponentenzahl viel geringer und wartungsfreundlicher. Verbleibende Reststörungen könnten mit geringem Aufwand mit einem Zusatzfilter an jedem MPPT-Eingang des WR eliminiert werden.

Eine Internet-Suche bei bekannteren europäischen WR-Herstellern zeigt, dass mehrere davon **SLPO** für ihre WR anbieten (z.B. **SMA, FRONIUS und KOSTAL**). Sie benützen für jeden ihrer MPPT-Eingänge (typisch 1 bis 3) eine spezielle Software mit solchen periodischen Scans. Diese Software kann einen speziellen Namen haben (z.B. Shadefix, Global Peak Management) oder einfach als intelligentes Schattenmanagement erwähnt werden. Da solche Anlagen nicht wie PV-Anlagen mit MLPE durch spezielle Störungen auffallen, konnten daran bisher noch keine praktischen Messungen durchgeführt werden. Die USKA wäre aber sehr interessiert an einer solchen Gelegenheit.

Wichtig: Für geringe HF-Störungen: Keine Verwendung von MLPE-Optimierung, SLMO Optimierung empfohlen

Wenn trotzdem MLPE verwendet werden soll: Präventiv oder bei Störungen: Filter an allen MLPE

Prof.(em.) Dr. Heinrich Häberlin, HB9AZO, Gründer und ehemaliger Leiter des PV-Labors der BFH in Burgdorf

E-Mail: hb9azo@bluewin.ch

HB9AZO 26.06.22