

Wie integrieren wir 50 GW Photovoltaik ins Schweizer Stromnetz?

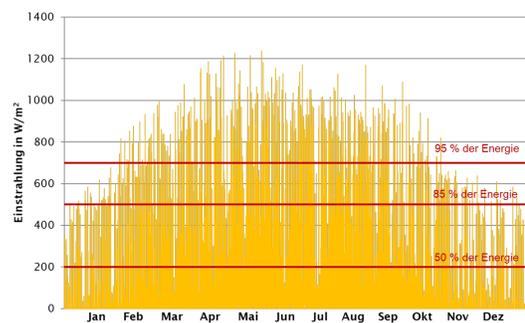
22. Schweizer Photovoltaik-Tagung, 21. – 22. März 2024, Lausanne

Christof Bucher, David Joss, Labor für Photovoltaiksysteme, Berner Fachhochschule, Burgdorf, christof.bucher@bfh.ch

Die Energiestrategien der Schweiz und ihrer Nachbarländer sehen vor, Photovoltaik-Kapazitäten zu installieren, die weit über der Maximallast dieser Länder liegen. Bei schönem Wetter in Zentraleuropa wird deshalb kaum ein Land Solarstrom exportieren können. Wenn doch, dann nur zu sehr niedrigen Preisen. Für den Umgang mit den Leistungsspitzen sollten deshalb nicht die Verteilnetze ausgebaut, sondern die PV-Anlagen besser ins Netz eingebunden werden. Das Poster stellt neun Thesen aus [1][2] zur Integration von grossen Mengen Solarstrom ins Schweizer Stromnetz vor. Im Zentrum stehen dabei die Funktionalitäten moderner Wechselrichter, die bisher erst ansatzweise für den Netzbetrieb genutzt werden.

1 «Jede Kilowattstunde zählt» – Kein Erfolgsmodell

Die Energie von PV-Anlagen ist wertvoll. Die Leistung ist es nicht. Mehr als 50% der elektrischen Energie aus PV-Anlagen fallen im Leistungsbereich der untersten 20% an. Daher sollte die Infrastruktur auf die relevanten Energiemengen ausgelegt werden. Die Leistungsspitzen sollten dezentral verwaltet werden.

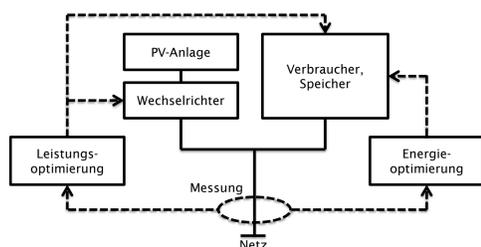


2 Parkregler für Grossanlagen

Grosse PV-Anlagen sollten wie Kraftwerke betrieben werden, um Wirk- und Blindleistung zur Unterstützung des Netzbetriebs bereitzustellen. Die Funktion von sogenannten "Must-Run-Kapazitäten", also Kraftwerken, die nur zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität betrieben werden, kann von grossen PV-Anlagen übernommen werden. Einige Netzbetreiber binden bereits heute grosse PV-Anlagen aktiv in ihre Netzleitstellen ein. Damit wird sichergestellt, dass die Netze nicht unnötig auf den theoretischen Worst-Case ausgelegt werden müssen.

3 Flexible Prosumer intelligent einbinden

Nicht nur Grossanlagen, sondern PV-Anlagen aller Leistungsklassen, sollen gemeinsam mit den dazu assoziierten Verbrauchern intelligent bewirtschaftet werden. Im Gegensatz zu der klassischen Eigenverbrauchsoptimierung (die eine reine Energieoptimierung ist) gehört dazu in Zukunft auch eine Leistungsoptimierung. Speist eine PV-Anlage trotz aller Optimierungsmassnahmen zu viel ins Netz ein, soll die PV-Anlage in ihrer Leistung gedrosselt werden. Der Ertragsverlust ist dabei gering, der Nutzen für das Netz gross.



4 Leistungs-basierte Primär- und Sekundärregelung

Systemdienstleistungen wie Primär- und Sekundärregelung werden heute in zeitbasierten Marktprodukten gehandelt. Das schliesst PV-Anlagen praktisch vollständig von diesen Märkten aus. Dabei könnten diese, wenn wie in These 2 und These 3 bewirtschaftet, zu grossen Teilen für die Netzstabilität aufkommen. Dafür müssten Marktprodukte geschaffen werden, die auf die Charakteristik von Solarstrom optimiert sind. Zum Beispiel: Ein Areal mit einer PV-Anlage wird dafür vergütet, dass es in einem Leistungsband von 30% bis 100% der PV-Anlage einem Frequenzbasierten Regelalgorithmus folgt. Dies kann mit Lastmanagement, E-Mobilität, Speicher oder eben Wirkleistungsreduktion der PV-Anlage erfolgen.

5 Anti-Islanding: Ein Schutzkonzept aus alten Zeiten

Wechselrichter (WR) verfügen über ein sogenanntes Anti-Islanding. Sie versuchen, das Netz auf eine Insel zu überprüfen, indem sie die Einspeisefrequenz geringfügig erhöhen oder absenken. Folgt ihnen das Netz, so trennen sie sich von diesem. Was geschieht, wenn das alle Kraftwerke gleichzeitig tun? Beispielsweise bei einer grossen Netzstörung, oder wenn sie in einem Micro-Grid betrieben werden? In diesem Fall sollten die WR nicht versuchen, das Netz zu beeinflussen, sondern dieses zu stabilisieren. Entsprechende Funktionen wie Fault Ride Through (FRT) oder Fast Frequency Response (FFR) sind bekannt und verfügbar, jedoch nicht mit Anti-Islanding kompatibel. Es braucht neue Schutzkonzepte, welche der dezentralen Einspeisung gerecht werden.

6 NA-Schutz – Folgenreiche Symbolpolitik

Die Netzanschlussbedingungen werden in letzter Instanz von den Verteilnetzbetreibern (VNB) vorgegeben. Für das Verteilnetz steht der Schutz, also die Netztrennung im Fehlerfall, im Vordergrund. Die Systemstabilität, also die Netzstützung im Fehlerfall, ist aktuell aus Verteilnetzsicht irrelevant: Die Netzstabilität wird vom Übertragungsnetz gewährleistet. Längst hat aber die dezentrale Produktion die Leistungsreserven der Übertragungsnetze überschritten. PV-Anlagen sind damit systemrelevant. Anstatt wie heute einen mehrfach-redundanten NA-Schutz zu verlangen, würde man besser redundant sicherstellen, dass WR korrekt geprüft (Konformität) und parametrierbar (Inbetriebnahme) sind. In Zukunft werden WR das Rückgrat des Netzes werden. Es ist deshalb richtig, den Fokus auf die stetige Netzverbindung der WR zu legen.

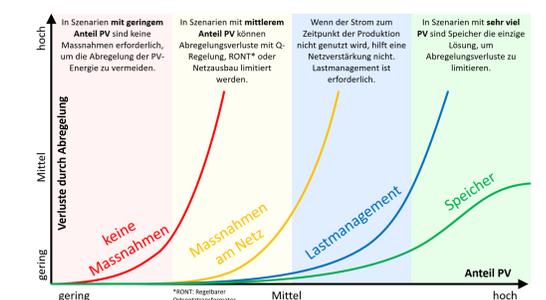


7 Funktions- und Sicherheitsgewinn mit Smart Metering

Ob sich eine PV-Anlage korrekt verhält, war bisher für den VNB nur aufwändig sicherzustellen. Dank neuen Smart-Meter-Systemen ist dies – eine geeignete Software vorausgesetzt – täglich automatisch möglich. Der Aufwand zur Sicherstellung der korrekten Anlageparametrierung wird damit nicht grösser, sondern kleiner. Das (Verteil-)Netz wird überwachbar.

8 Klassische Massnahmen im Verteilnetz

Klassische Netzintegrationsmassnahmen wie Blindleistungsregelung, regelbare Ortsnetztransformatoren (RONT) oder eine intelligente Bewirtschaftung der Spannungshaltung bleiben wichtig. Mit einem flächendeckenden Netzausbau kann aber nicht verhindert werden, dass Leistungsspitzen dezentral abgefangen werden müssen. Anstelle des Netzausbaus sollte deshalb die intelligente Einbindung der Anlagen in den Fokus von Netz- und Anlageplanung rücken.



9 Normen und Regeln für den Netzanschluss

Während Grosskraftwerke früher kunden- und damit netzspezifisch gebaut wurden, werden WR international gehandelt und standardisiert. Damit werden die Kosten stark gesenkt, die individuellen Einstellmöglichkeiten aber eingeschränkt. Die Harmonisierung der Regeln der VNB und die Berücksichtigung internationaler Normen hilft, die Effizienz weiterhin hochzuhalten.

Referenzen

- [1] Ch. Bucher, D. Joss, Wie bringt man 50 GW ins Netz?, bulletin.ch, 14.12.2023, <https://www.bulletin.ch/de/news-detail/wie-bringt-man-50-gw-ins-netz.html>
- [2] Ch. Bucher, D. Joss, Netzanschluss von 50 Gigawatt Photovoltaik in der Schweiz, Diskussionspapier, September 2023, www.bfh.ch/pvlab