

Moderne Wechselrichter ermöglichen «Blindleistungs-Regelung», was die Einspeisung von Solarstromspitzen erleichtert

# PV-Anlagen: Kabelaustausch vermeiden mit dynamischer Blindleistungs-Regelung



Bei der Überbauung «Eich» in Frenkendorf BL wird in Zukunft das Kapazitätsproblem durch eine dynamische Regelung von Blindleistung und Wirkleistung gelöst. (Foto: Solvatec AG)

Bei der Einspeisung von Solarstrom muss das Netz die nötige Leitungskapazität aufweisen. Es braucht also eine Übereinstimmung der in Photovoltaik-Anlagen erzeugten Leistung mit dem Versorgungskabel. Bei der Wohnüberbauung «Eich» in Frenkendorf BL wurde die kostengünstigste Variante jedoch statt im Leitungsersatz in einer dynamischen Regelung von Blind- und Wirkleistung gefunden.

Jürg Wellstein

■ Sie stellt ein wesentliches Element der Energiewende dar – die dezentrale Elektrizitätserzeugung. Somit basiert die Umsetzung der Energiestrategie 2050 des Bundes auf vielen Anlagen, mit denen Strom ins Netz eingespeist werden kann. Dazu zählen schon heute und in Zukunft noch stärker unterschiedliche Photovoltaik-Installationen, die durch Hauseigentümer, Genossenschaften, Firmen und Energieunternehmen erstellt werden. Neben den Diskussionen um die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) spielen auch die technischen Konsequenzen für das Stromnetz eine zentrale Rolle. Diese wurde an einer Forum-Veranstaltung anlässlich der Ineltec, Technologiemesse für Gebäude und Infrastruktur, am 13. September 2013 in Basel angesprochen. Wegweisende Konzepte konnten vorgestellt werden.

Das Zusammenspiel von Wirk- und Blindleistung handhaben

Während kleine Photovoltaik-Anlagen auf einem Dach eines Einfamilienhauses keine wesentlichen Auswirkungen auf das lokale Stromnetz und dessen Stabilität haben, sieht die Situation bei grösseren Installationen oder Gruppierungen von Einzelanlagen anders aus. Das öffentliche Stromnetz – auf der Basis von Wechselstrom – ist so gebaut, dass neben der nutzbaren Wirkleistung stets auch Blindleistung übertragen werden muss. Es handelt sich dabei um Energie, die man zum Aufbau von elektrischen oder magnetischen Feldern benötigt bzw. im Netzbetrieb für die Spannungshaltung einsetzt. Die Blindleistung bewegt sich zwischen Stromerzeugern und Verbrauchern (z.B. elektrischen Maschinen). Sie verbraucht sich nicht und kann auch keine Arbeit leisten; sie pendelt einfach hin und her.

Blindleistung wird von allen im Netz angeschlossenen Komponenten beansprucht, sogar von den Übertragungsleitungen. Sie wird durch die bei Wechselstrom entstehende Phasenverschiebung bestimmt und kann so in zwei Richtungen erfolgen. Falls Spulen oder Drosseln vorhanden sind (z.B. bei Motoren und Transformatoren), entsteht eine induktive Verschiebung, bei Kondensatoren eine kapazitive Verschiebung.

Blindleistung ist jedoch bei Privat- und Kleinverbrauchern mit vorwiegender Wärmenutzung klein und muss deshalb nicht zusätzlich eingeplant werden. Bei grösseren Erzeugern und Verbrauchern müssen jedoch die Leitungen für die resultierende Scheinleistung (Wirkleistung plus Blindleistung) einen angemessenen, vergrösserten Querschnitt aufweisen, damit die darin auftretende Erwärmung in Grenzen gehalten werden kann und die Netzstabilität gewährleistet wird.

Auch Wechselrichter sind für Blindleistung eingerichtet

Neben der Anpassung von Leitungen, Generatoren und Transformatoren wird diese Blindleistungsbedingung auch mit einer in den Aggregaten integrierten Kompensation erfüllt. Die Leitungen können so von zu hoher Blindleistungsbelastung befreit werden bzw. die entsprechend notwendige Blindleistung liefern. Weil bei der Netzeinspeisung von grösseren Photovoltaik-Anlagen auch die Blindleistung berücksichtigt werden muss, sind die Wechselrichter heute mit einer Kompensationseinrichtung ausgestattet. Auf diese Weise leisten sie einen wichtigen Beitrag zum Netzmanagement und damit zur Qualität der Stromversorgung.

Nach dem Halt folgten konstruktive Gespräche

Mit dieser Herausforderung wurde auch die Wohnüberbauung «Eich» in Frenkendorf BL konfrontiert. Am Ineltec-Forum präsentierten Dominik Müller, Solvatec AG, und Beat Andrist, EBL, die hier vorgesehene Lösung. Insgesamt 34 Solarstromanlagen wurden im Jahr

2012 auf den Reiheneinfamilienhäusern in Betrieb genommen. Diese von den jeweiligen Hausbesitzenden angemeldeten Einzelanlagen konnten mit den typengleichen Komponenten ausgestattet werden. Einerseits dienen die Anlagen zur Eigenversorgung, andererseits ist auch die Netzeinspeisung Tatsache. Nun produzieren sie auf einer Fläche von insgesamt 1334 m<sup>2</sup> jährlich rund 140000 Kilowattstunden Solarstrom.

Nachdem man jedoch auf 21 Pultdächern mit fünf Grad Nordneigung die CIS-Dünnschichtmodule montiert hatte, wurden vom Energieversorger EBL keine weiteren Anschlussbewilligungen mehr erteilt, denn die Netzstabilität wäre fortan nicht mehr gewährleistet gewesen. Die entsprechende Versorgungsleitung konnte nur 120 kW aufnehmen bzw. 75 kVA sind als Limite für die Stromerzeugung vorgesehen, sodass diese Photovoltaik-Anlagen an ihrer Einspeiseleistungsgrenze angelangt waren. Der mögliche weitere Ausbau auf bis zu 48 Dächer – in der Annahme, dass die vorhandene Anschlussleitung verstärkt würde – schien zunächst in Gefahr.

Als zwischenzeitlicher Kompromiss einigte man sich darauf, im Bedarfsfall eine Leistungsbegrenzung (kW) beim Wechselrichter auf 60 Prozent zu akzeptieren, was einer jährlichen Produktionsverminderung (kWh/a) von ca. 6 Prozent gegenüber unlimitierten Anlagen entspricht.

#### Variantenvergleich mit Wirtschaftlichkeitsaspekt

Alle involvierten Partner suchten nun mögliche Optionen und berechneten deren Investitions- und abschbare Be-

triebskosten. Folgende technologische Varianten wurden näher beleuchtet:

- 1) Konventioneller Ausbau der Versorgungsleitung mit grösserem Querschnitt; Kosten 150000 Franken
- 2) Stromspeicherung durch den regeltechnischen Einbezug aller vorhandenen Einzel-Boiler; Kosten 425000 Franken
- 3) Grosser Akku-Speicher für die gesamte Überbauung; Kosten 530000 Franken (Speicher mit 120 kWh zu 4400 Franken pro kWh)
- 4) Optimierte Regelung der Blindleistungskompensation und Wirkleistungsbegrenzung (verminderte Zahl an Spannungsbegrenzungen); Kosten 100000 Franken.

Die vierte Variante – das optimierte, dynamische Management von Blindleistung und Wirkleistung – wurde aufgrund der tiefsten Kosten bei Investition und Betrieb sowie einer technologisch sinnvollen Lösung gewählt. Mit dem weiteren Ausbau sollen die notwendigen mess- und steuerungstechnischen Komponenten implementiert werden. Damit lassen sich die vorhandenen Wechselrichter mit ihrer bereits integrierten Blindleistungskompensationseinrichtung je nach Bedarf für induktive oder kapazitive Blindleistung steuern. Die vorhandenen Leitungen können so mehr Energie übertragen und der Ausbau der Solarstromanlagen kann weiter umgesetzt werden. Langfristig betrachtet und im Hinblick auf den angestrebten Vollausbau mit Solardächern stellt dies eine optimale Lösung dar.

Die EBL befindet sich nun noch mit Swissgrid in Diskussion, ob statt der Unterstützung für einen konventionellen Leitungsausbau, also dem Ersatz mit



Beat Andrist: «Im Gespräch mit allen involvierten Partnern haben wir die smarte Lösung gefunden.»



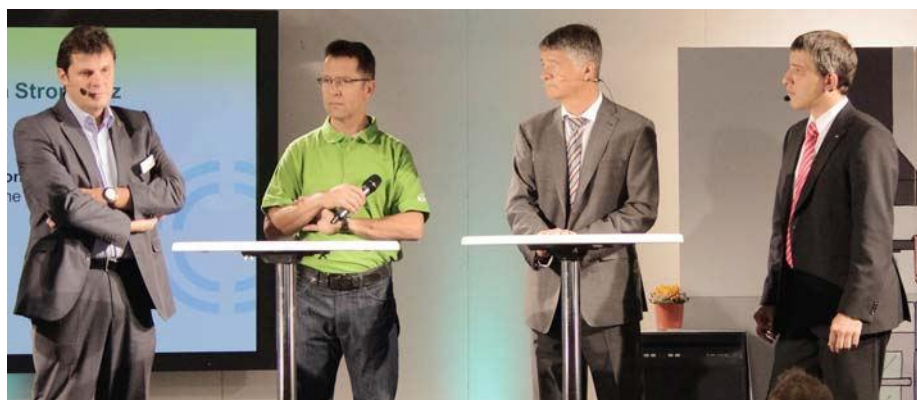
Dominik Müller: «Oft übersteigt die Einspeiseleistung von grösseren Photovoltaik-Anlagen oder von Gruppierungen einzelner Anlagen die vorhandene Leitungskapazität.»



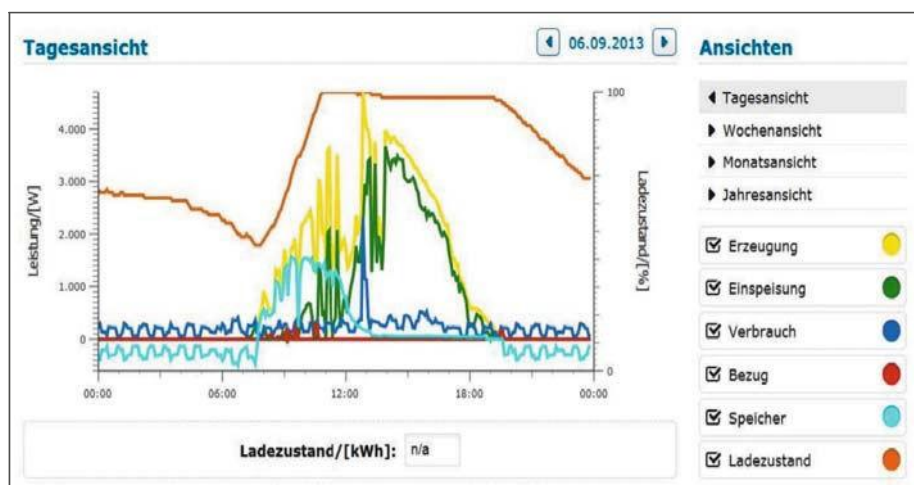
Die kontrollierte Einspeisung bzw. Aufnahme von Blindleistung durch den Wechselrichter ist eine Möglichkeit, die Netzspannung bei gleichzeitiger Einspeisung von Wirkleistung im zulässigen Bereich zu halten. Z.B. moderne SolarMax-Wechselrichter eignen sich aufgrund ihrer Schaltungstopologie sehr gut für diese Anforderung des Einspeisemanagements. (Foto: Sputnik Engineering AG)



Marco Savia: «Die Energiestrategie 2050 muss die Gebäudeautomation als Tool für eine wesentliche Effizienzsteigerung berücksichtigen.» (Fotos: Jürg Wellstein)



Experten im Gespräch: Dominik Müller, René Senn (KNX Swiss), Beat Andrist und Marco Savia.



Ein lokaler Akku bietet Speichermöglichkeiten, sodass möglichst viel Solarstrom im Haus genutzt werden kann. (Bild: Solvatec AG)

einer grösseren Leitung, auch diese günstigere Variante unterstützt werden kann. Das Motto «Smarter als Kupfer» sollte auch hier überzeugen können.

#### Lokale Speicherung als Pilotvorhaben

Als weitere Option bietet die von Dominik Müller in seinem Haus in der «Eich» realisierte Speicherung mit einem lokalen Akku viel Flexibilität, indem ein Lastmanagement das Optimum von Erzeugung, Eigenverbrauch, Netzbezug und Speicherung anstreben kann. Der Speicher übernimmt die solaren Ertragsspitzen und gibt den Strom abends wieder ab. Die hohen Investitionskosten erlauben jedoch noch keinen breiten Einsatz. Das angestrebte Ziel, möglichst viel Solarstrom im Haus zu nutzen und gleichzeitig wenig einspeisen und beziehen zu müssen, damit sogar 70 bis 80 Prozent Autarkie zu ermöglichen, ist zwar erreicht. Unverkennbar ist, dass die Speicherthematik für Solarstromproduzenten immer wichtiger wird. Die Investitionskosten von zirka 25 000 Franken (bei einer Speicherkapazität von 9 kWh ergeben sich 2800 Franken pro kWh) lassen sich im Hinblick auf eine Lebensdauer von 20 Jahren relativieren und entsprechen so nur zirka  $\frac{2}{3}$  der Kosten für einen Quartierspeicher (vgl. Franken 4400/kWh in Variante 3).

#### Smartes Gebäude ist heute realisierbar

Marco Savia, ABB Schweiz, erläuterte an der Forum-Veranstaltung den Schritt zum Smart-Gebäude. In Baden-Dättwil, einem von sieben Konzernforschungszentren, wurde ein Smart House mit effizienter Gebäudetechnik auf den derzeitigen Stand der Technik umgebaut und mit einem Messprogramm untersucht. Zwischen Stromerzeugung und Verbrauchsnetz wurde ein Gateway integriert. Beschattung, Beleuchtung, Raumtemperaturen usw. werden nach Bedarf reguliert. Mit diesen Massnahmen konnte der Energieverbrauch um die Hälfte gesenkt werden, weitere Einsparungen sind mit gezieltem Lastabwurf realisierbar. Smarte Standardlösungen stellen sowohl in der energieeffizienten Gebäudeautomation als auch bei der Netzintegration von dezentralen Stromproduzenten einen notwendigen Entwicklungsschritt auf dem Weg der Energiewende dar.

**Solvatec AG, Basel, [www.solvatec.ch](http://www.solvatec.ch)**  
**EBL, Liestal, [www.ebl.ch](http://www.ebl.ch)**  
**ABB Schweiz, Baden, [www.abb.ch](http://www.abb.ch)**  
**Sputnik Engineering AG, Biel, [www.solarmax.com](http://www.solarmax.com)**