

# Zentrale Speichersysteme für PV-Strom

## Sinkende Einspeisevergütungen machen Eigenverbrauch immer attraktiver

Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. B.Sc. Armin U. Schmiegel, Produkmanager



In den letzten Jahren hat ein Wandel sowohl in der Solarbranche als auch bei den Endkunden begonnen. Stand in den Jahren zuvor stets der Verkauf von Solarstrom mit dem EEG als Renditegarant im Vordergrund, verliert dieses Modell aufgrund sinkender Einspeisevergütungen zunehmend an Attraktivität. Das neue Geschäftsmodell lautet Eigenverbrauch. Ziel ist es, möglichst viel Solarstrom vom eigenen Dach direkt zur Deckung des eigenen Strombedarfs zu verwenden.

Die Steigerung des Eigenverbrauchs kann zum einen über die zeitliche Verschiebung von Lasten erfolgen. Eine Reihe von Herstellern bietet hierzu die passenden Produkte an. Leider erweist sich diese Lösung als kostenintensiv und komplex, da einheitliche Schnittstellen nicht für alle Verbraucher existieren und die geeigneten Geräte deutlich teurer sind.

Weiterhin sind nur sehr wenige Verbraucher aus Nutzersicht wirklich in potentiell sonnenreiche Zeiträume verschiebbar.<sup>[1]</sup>

Abb. 1: Das Bosch Speichersystem ist für die Aufstellung in Kellerräumen geeignet.

### SPEICHERSYSTEME STELLEN HIER EINE GUTE ALTERNATIVE DAR

Sie erlauben die bedarfsgerechte Bereitstellung von Solarstrom bei Tag und bei Nacht. Wirtschaftlich sind sie aus zweierlei Hinsicht attraktiv: Zum einen reduzieren sie die Strombezugskosten. Je nach Verbraucherverhalten und Speichergröße kann diese Ersparnis bis zu 80 % betragen. Weiterhin generieren diese Systeme zusätzliche Erträge durch den Verkauf von überschüssigem Solarstrom. Die Zahl der angebotenen Speichersysteme hat sich seit einem Jahr vervielfacht und damit auch der Beratungsbedarf der Kunden. Ein entscheidendes Kriterium bei der Wahl des richtigen Speichersystems ist, an welcher Stelle der Systemauslegung der Batteriespeicher eingebunden ist. Aktuell haben sich drei verschiedene

Systemarten etabliert, die die Batterie unterschiedlich nutzen.<sup>[2-5]</sup>

### DIE AC-KOPPLUNG

Bei der ersten Möglichkeit, der AC-Kopplung, wird ein Batterieladeregler ans Hausnetz angeschlossen (Abb.3). Er kann dann sowohl Netz- als auch Solarstrom speichern und einspeisen. Diese Art des Anschlusses ist vor allem für die Nachrüstung von existierenden Systemen geeignet, da hier lediglich ein Batteriespeichersystem ans Hausnetz angeschlossen werden muss. Allerdings muss in diesem Fall ein zusätzliches Energiemanagementsystem das Zusammenspiel zwischen Wechselrichter und Batteriespeichersystem regeln. Dies hat jedoch eine erhebliche Einschränkung in der Kombination von Systemen zur Folge



Abb.2: Speichersysteme stellen eine gute Alternative dar.

und erhöht gleichzeitig den Installationsaufwand bezüglich der Energiemanagementsysteme.

**ANSCHLUSS DER BATTERIE AUF DER SOLARGENERATORSEITE**

Eine zweite Topologie, die sich ebenfalls für eine Nachrüstung eignet, ist der Anschluss der Batterie auf der Solargeneratorseite, zwischen Modulen und Wechselrichter (Abb.4). Auch hier gelten zunächst dieselben Einschränkungen, wie bei der AC-Kopplung: Das heißt, es muss ein Energiemanagementsystem installiert werden, welches beide Systeme miteinander koordiniert. Zudem kann ein solches System nicht mit Netzstrom geladen werden – wenn nicht der Wechselrichter über die entsprechende Funktionalität verfügt. Weiterhin kann die Leistung des MPP-Trackers unter der zusätzlichen Einwirkung des Batterieladereglers leiden, da dieser eine Kombination aus Batterie- und Solarspannung misst und regelt. Trotz dieser Nachteile ist der Gesamtwirkungsgrad eines solchen Systems rund 5 % höher als der von AC-Kopplungen.

Denn es gibt eine recht simple Lösung für dieses Problem: Es muss lediglich

**VOLLINTEGRIERTE DC-KOPPLUNGEN**

Die dritte Alternative ist die der Anbindung der Batterie direkt auf dem internen Zwischenkreis des Wechselrichters. Dieses Anschlussverfahren bedeutet einen hohen Integrationsgrad, wodurch die Anbindung des Systems in das Haus-

steuerungen. So kann z.B. der Batterieladereglers dazu verwendet werden, den Zwischenkreis des Wechselrichters so zu stabilisieren, dass dieser stets im optimalen Arbeitspunkt arbeitet (Abb.5). Um den Eigenverbrauch zu steigern, haben sich drei Konzepte etabliert. Die klassische Lösung besteht darin, dass

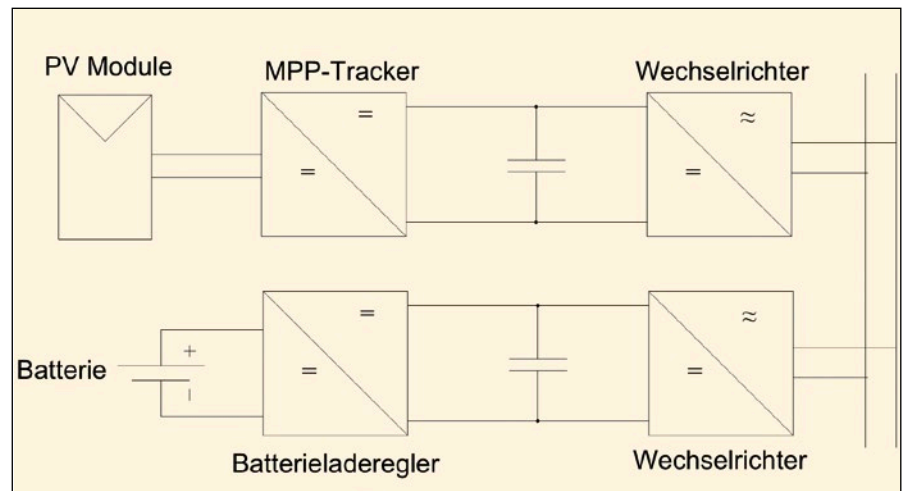


Abb.3: Beispiel eines AC-gekoppelten Photovoltaik-Speichersystems. Der Batterieladereglers ist über einen bidirektionalen Wechselrichter an das Hausnetz angeschlossen.

netz sehr vereinfacht wird: Der Anschluss unterscheidet sich kaum von dem eines normalen Wechselrichters. Eine solche Topologie hat noch weitere Vorteile: Zum

der Haushalt vom öffentlichen Netz getrennt und vom Speicher direkt versorgt wird. Hier ist zu beachten, dass in einigen Haushalten Verbraucher existieren, die Drehstrom benötigen. Sollte das Speichersystem dies nicht anbieten können, muss dieser Verbraucher am Netz bleiben.

Eine Alternative hierzu stellt die Nulleinspeisung dar. In diesem Fall sind das Speichersystem und der Haushalt mit dem Netz verbunden. Das Speichersystem deckt den Bedarf im Haushalt, indem genau so viel Leistung ins Hausnetz fließt, wie aktuell verbraucht wird. Diese Art des Eigenverbrauchs erfolgt phasenweise, d.h. der Speicher kann nur jene Verbraucher versorgen, die an der Phase angeschlossen sind, an dem auch der Speicher angeschlossen ist. Der Installateur muss hier gegebenenfalls eine Umverteilung vornehmen, um vorher festgelegte Verbraucher an diese Phase anzuschließen. Sollen alle Verbraucher versorgt werden, ist also ein dreiphasiges System nötig. Dieser Nachteil wird durch die Volleinspeisung oder den bilanziellen

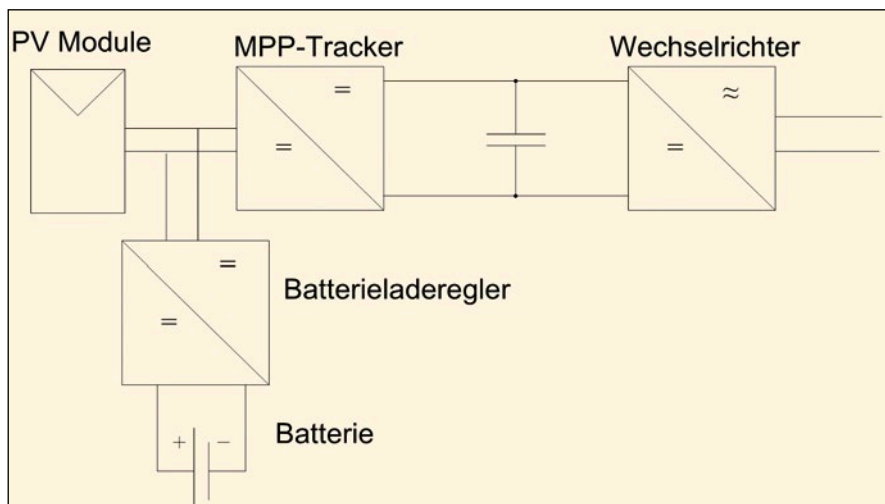


Abb.4: Beispiel einer externen DC-Kopplung, bei dem der Ladereglers an dem Eingang des Wechselrichters angeschlossen ist.

ein Hoch-Tiefsatzsteller verwendet werden, der die Batteriespannung auf das entsprechende Spannungsniveau hebt beziehungsweise senkt.

einen ist der Wirkungsgrad wesentlich höher als bei einer bei den erst genannten Topologien. Des Weiteren erlaubt dieser integrierte Ansatz zusätzliche Effizienz-

Eigenverbrauch umgangen. Bei dieser Eigenverbrauchsart wird über alle Phasen saldiert. Wird beispielsweise auf Phase 2 1 kW verbraucht, speist der Speicher zeitgleich 1 kW auf einer beliebigen Phase ein, so dass am Stromzähler im Saldo keine Energie vom Netz bezogen wird. Diese Eigenverbrauchsart hat den Vorteil, dass der Haushalt stets am Netz angeschlossen ist. Wird mehr ver-

den<sup>[6,7]</sup>. Es zeigt sich dabei, dass bereits die Installation von Speichersystemen zu einer leichten Entlastung der Verteilnetze führt<sup>[8]</sup>.

Vollintegrierte DC-gekoppelte Systeme können diese Anforderung des Förderprogrammes optimal umsetzen. AC-Kopplungen stehen hier vor der Herausforderung, dass sie den PV-Wechselrichter ansteuern und regeln müssen.

Zum einen Bleibatterien, eine etablierte, verlässliche und günstige Technologie, sowie Lithium-Ionen Batterien. Systeme mit Lithium-Ionen Batterien benötigen weniger Platz und haben ein geringeres Gewicht, gleichzeitig wird anteilig mehr von der zur Verfügung stehenden Kapazität verwendet.

Bei der Wahl der geeigneten Technologien ist zu beachten, dass für die Steigerung des Eigenverbrauchs eine hohe Be- und Endladeleistung notwendig ist. „Hoch“ bedeutet dabei, dass 3-5 kW benötigt werden. Je höher die Ladeleistung, desto schneller ist die Batterie geladen. In den sonnenlosen Stunden wird der Speicher am meisten benötigt. Dies betrifft gerade die Übergangszeiten Herbst und Frühling. In diesen Übergangszeiten ist es wichtig, die kurzzeitig zur Verfügung stehende Sonne optimal zum Laden des Speichers zu nutzen. Daher sollte auch die Ladeleistung bei 3-5 kW liegen, um eine komplette Ladung für die Nacht zu erlauben.

Bei Entladung entspricht dies der maximal im Haushalt auftretenden Leistungen. Gerade hohe Anlaufströme, können bei einer hohen Entladeleistung gedeckt werden. Aber auch kurzzeitige Lastspitzen, die die augenblickliche Leistung des PV-Generators überschreiten, können dann aus der Batterie abgedeckt werden, ohne kurzzeitig Strom aus dem öffentlichen Netz zu beziehen.

Hohe Be- und Endladeleistungen, sowie eine möglichst lange Lebensdauer der Batterie stellen hohe Anforderungen an die Qualität der Batterie. Dabei sollte man nicht nur auf die Zahl der Zyklen, sondern auch auf die kalendarische Lebensdauer achten. Gerade diese wird bei zu gering dimensionierten Systemen stärker beansprucht. Es lohnt sich daher, bei diesen Anwendungen auf eine etwas größer dimensionierte Batterie (ca. 5 kWh nutzbare Leistung) mit qualitativ hochwertigen Zellen zu verwenden.

**DIMENSIONIERUNG**

Vor der Installation stellt sich die Frage nach der korrekten Dimensionierung der Anlage. Bisher galt, dass PV-Anlagen die

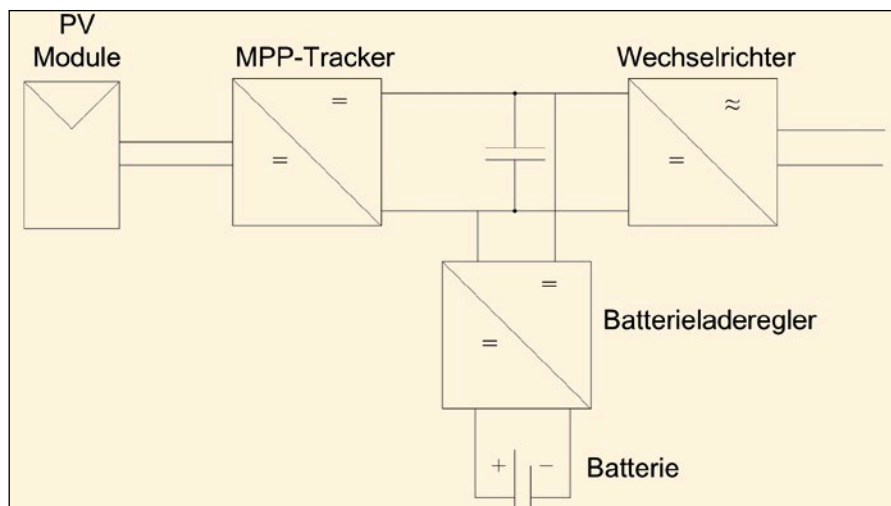


Abb.5: Beispiel einer internen DC-Kopplung. Der Laderegler speist direkt über den Zwischenkreis des Wechselrichters.

braucht, als der Speicher zur Verfügung stellen kann, bezieht der Verbraucher den Strom direkt vom Netz.

In allen drei Verfahren gilt, dass der Solarstrom vorzugsweise zum direkten Verbrauch genutzt wird, erst wenn alle Verbraucher versorgt sind, wird überschüssiger Solarstrom in der Batterie gespeichert. Sollte die Batterie voll sein, erfolgt in der Regel eine Einspeisung ins Netz. Diese Regelung übernimmt das Energiemanagementsystem. Auch hier gilt: Je höher der Integrationsgrad des gesamten Systems, desto reibungsloser und effizienter erfolgt diese Umschaltung.

Bei dem seit Mai dieses Jahres gültigen Förderprogramm für dezentrale Energiespeicher für Solarstrom muss unter anderem die maximale Einspeisung bei neu installierten Anlagen mit Speicher auf 60 % der PV-Generatorleistung gedrosselt werden. Dadurch sollen die Verteilnetze entlastet werden. In umfangreichen Studien konnte dieser Effekt bestätigt wer-

Da die geforderte Drosselung für die Einspeisung am Netzanschlusspunkt gilt und sich auf die Bilanz zwischen eingespeister und bezogener Leistung bezieht, müssen AC-gekoppelte Systeme also den Verbrauch und die aktuelle Produktion miteinander verrechnen und dann den Wechselrichter gegebenenfalls drosseln. Damit sind der technische Aufwand und die Kosten bei einem AC-System höher.

Auch im Bereich Notstromversorgung ist eine DC-Kopplung von Vorteil, da bei einem AC-System der Solarwechselrichter vom Netz getrennt wird und dann nur noch so lange Energie zur Verfügung steht wie aktuell in der Batterie gespeichert ist. Bei einem DC-System wird die Batterie weiterhin von der PV-Anlage geladen. Somit kann die Anlage im Inselbetrieb unbegrenzt weiter arbeiten.

**BLEI VERSUS LITHIUM-IONEN**

Im häuslichen Bereich kommen aktuell zwei Batterietechnologien zum Einsatz.

gesamte Dachfläche einnehmen, um den Ertrag durch den Verkauf von PV-Strom zu maximieren. Da PV-Speichersysteme zwei Einnahmequellen besitzen, nämlich den Verkauf von PV-Strom und die gesparten Stromkosten, gilt dies auch weiterhin. Bei der Wahl des Speichers sind zwei Kriterien zu beachten: Die Kapazität der Batterie und die Be- bzw. Entladeleistung. Für die Kapazität der Batterie ist es notwendig zu wissen, wie viel Strom am Abend verbraucht wird. Bei einem Jahresstromverbrauch von 3000-4000 kWh liegt der nächtliche Stromverbrauch bei ca. 5-6 kWh. Die nutzbare Kapazität des Speichers sollte daher in derselben Größenordnung liegen. Der Speicher wird für die Deckung des Nachtbedarfs genutzt. Um dies gewährleisten zu können, muss der Speicher natürlich vor Sonnenuntergang vollgeladen sein. Doch gerade dann, wenn die Tage kurz sind, steht nicht viel Zeit zur Verfügung, den Speicher zu laden. Ist die Ladeleistung des Speichers begrenzt, kann er nicht schnell genug geladen werden und derer Überschuss an PV-Strom fließt nicht in den Speicher sondern wird ins Netz eingespeist. Für die Deckung des Nachtbedarfs steht nicht mehr die volle Speicherkapazität zur Verfügung. Vor diesem Hintergrund ist eine hohe Ladeleistung zu empfehlen, so dass sichergestellt wird, dass auch an kurzen Tagen der Speicher komplett geladen werden kann.

Im Haushalt weist eine Reihe von Verbrauchern einen hohen Anlaufstrom aus, bzw. sie pulsen kurzzeitig mit hoher Leistung. Damit auch dieser Verbrauch gedeckt wird, muss die Batterie so schnell entladen werden, dass diese Spitzen auch versorgt werden können. Ansonsten wird der fehlende Strom dennoch aus dem Netz bezogen. Vor diesem Hintergrund sollte die Entladeleistung im Bereich von 3-5 kW liegen.

## FAZIT

Unter dem Eindruck sinkender Einspeisevergütungen und steigender Strompreise ist davon auszugehen, dass zukünftig PV-Anlagen grundsätzlich mit

Speichersystemen unterschiedlicher Größe ausgestattet werden. Die dabei zu beobachtende Reduzierung der Stromkosten von bis zu 80 % trägt dazu bei, dass die dezentrale Energieversorgung im Rahmen der Energiewende auch für den privaten Anwender realisierbar ist (siehe Aufmacher).

*Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. B.Sc.*

**Armin U. Schmiegel,**  
Produktmanager Innovations  
Bosch Power Tec  
Foto/Grafiken: Bosch Power Tec  
[www.bosch-power-tec.com](http://www.bosch-power-tec.com)

### Literatur

- [1] M. Armstrong, M. Swinton, H. Ribberink, I. Beausoleil-Morrison, and J. Millette, "Synthetically derived profiles for representing occupant-driven electric loads in Canadian housing," *Journal of Building Performance Simulation*, vol. 2, no. 1, pp. 15-30, Mar. 2009.
- [2] M. Rothert, V. Wachenfeld, J. Blanz, and H. Tebbe, "Intelligente und einfache Integration von dezentralen Speichersystemen ins Haus- bzw. Niederspannungsnetz," in 26. Symposium Photovoltaische Solarenergie 2, 2011.
- [3] A. U. Schmiegel and M. Dittmer, "Eigenverbrauch von Sonnenstrom," *DE - Erneuerbare Energien*, pp. 22-24, 2009.
- [4] A. U. Schmiegel, "Der passende Speicher," *Photovoltaik*, no. 3, pp. 69-71, 2012.
- [5] A. U. Schmiegel, P. Knaup, M. Braun, R. Geipel, C. Vachette, J. Binder, D. U. Sauer, D. Magnor, and C. Jehoulet, "Leistungsfähigkeit und Verhalten von PV-Speichersystemen," in 26. Symposium Photovoltaische Solarenergie, 2011, no. Abbildung 1, pp. 2-7.
- [6] J. Appen, M. Braun, A. U. Schmiegel, and T. Stetz, "Local Voltage Control Strategies for PV Storage Systems in Distribution Grids," *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, 2013.
- [7] J. Appen, M. Braun, B. Zinßer, and Stellbogen, "Leistungsbegrenzung bei PV-Anlagen - Anpassung der Modellierungsmethoden und Vergleich verschiedener Standorte," in 27. Symposium Photovoltaische Solarenergie, 2012.
- [8] J. Appen, A. U. Schmiegel, and M. Braun, "Impact of PV storage systems on low voltage grids - a study on the influence of PV storage systems on the voltage symmetry of the grid," in Proceedings of the 27th Photovoltaic and Solar energy conference, 2012.

**Fronius**

GRENZEN VERSCHIEBEN

## FRONIUS SYMO: DREIPHASIGER STRANG- WECHSELRICHTER

/ Der dreiphasige Fronius Symo ist ein kompakter, trafoloser Wechselrichter, der speziell für die hohen Anforderungen der Energieversorger ausgelegt ist. Ideal auch für kleinere Eigenverbrauchsanlagen in den Leistungsklassen von 3 bis 4,5 kW. Durch die symmetrische Einspeisung sorgt er sowohl für höchste Erträge als auch für ein stabiles Netz. Interessiert? Besuchen Sie [www.fronius.de](http://www.fronius.de)

**WEITERE LEISTUNGS-  
KLASSEN FOLGEN**  
/ erhältlich mit 2 MPP-Trackern



**SYMMETRISCHE EINSPEISUNG  
AUCH BEI KLEINEN PV-ANLAGEN?  
DER FRONIUS SYMO HÄLT  
DAS STROMNETZ IN BALANCE.**

/ Batterieladesysteme  
/ Schweißtechnik  
/ Solarelekttronik

