

ANFORDERUNGEN AN DIE REGELUNGSTECHNIK EINES WECHSELRICHTERS IN PV-SPEICHERSYSTEMEN:

DIE MULTI FLOW TECHNOLOGY



1. Einleitung

Gestiegene Strompreise und fallende Kosten für Photovoltaik (PV) Anlagen haben in den letzten Jahren dazu geführt, dass die Stromgestehungskosten aus PV teilweise deutlich unter den Strombezugskosten liegen. Parallel dazu sinken die Einspeisevergütungen kontinuierlich und es wird immer attraktiver, den produzierten Strom selbst zu verbrauchen anstatt ihn ins Netz einzuspeisen. Um diesen sogenannten Eigenverbrauch zu maximieren, werden, neben Energiemanagementlösungen, immer öfter auch elektrische Speicher eingesetzt. Diese PV-Speichersysteme verlangen von den eingesetzten Wechselrichtern wesentlich komplexere Regelungen und Stromflüsse als das bislang der Fall war. Verstärkt wird diese Tatsache auch dadurch, dass mit dem Einsatz von Speichern nicht nur die Eigenverbrauchsmaximierung sondern auch Zusatzfunktionen ein Thema werden. Diese sind zum Beispiel:

- / Optimierte Reaktion auf last- und/oder zeitabhängige Stromtarife
- / Verbesserungen der Netzqualität (z.B. Spannungshaltung)
- / Notstromfunktion bei Netzausfall

Nachfolgend wird dargestellt, welche Auswirkungen diese Anwendungen auf die technischen Anforderungen des Wechselrichters haben und wie die Fronius Symo Hybrid Serie diesen Anforderungen gerecht wird.

2. Energieflüsse im Speichersystem

In vollem Umfang lässt sich ein PV-Speichersystem durch die folgenden fünf Lastflüsse (Abb.1) charakterisieren.

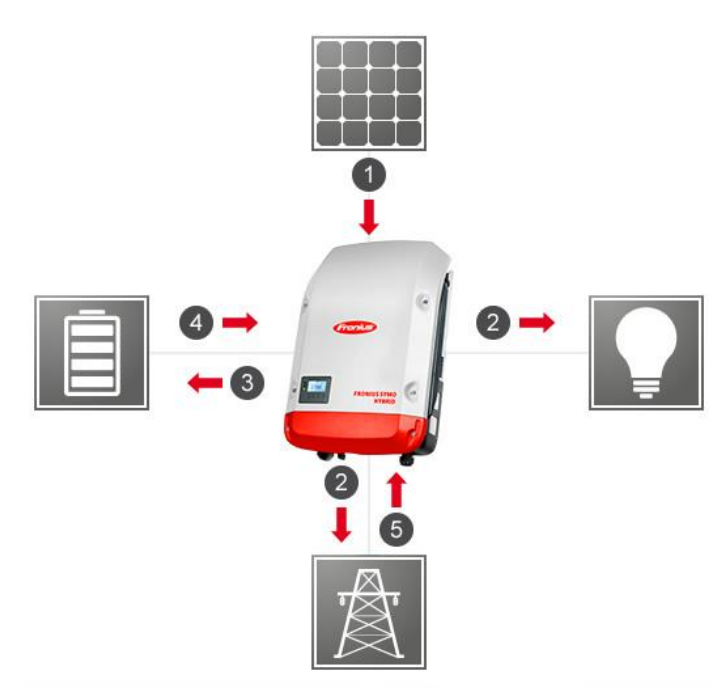


Abb.1: Energieflüsse in einem Speichersystem

1. PV-Generator → Wechselrichter: PV-Strom
2. Wechselrichter → Verbraucher bzw. ins Netz: Einspeisestrom
3. Wechselrichter → Batterie: Ladestrom in die Batterie
4. Batterie → Wechselrichter: Entladestrom aus der Batterie
5. AC-Netz → Wechselrichter: Ladestrom in die Batterie aus dem AC-Netz

Die ersten beiden Energieflüsse charakterisieren eine PV-Anlage ohne Speicher. Speichersysteme müssen zusätzlich noch die Energieflüsse #3 und #4 beherrschen um die Batterie zu laden bzw. zu entladen. Energiefluss #5 – das Laden der Batterie aus dem AC-Netz - ist für die Grundfunktion eines Speichersystems nicht unbedingt notwendig, weshalb dieser Betriebsmodus auch nicht von allen Speicherwechselrichtern unterstützt wird. Jedoch ermöglicht dieser Betrieb zahlreiche zusätzliche Anwendungen die teilweise bereits heute, vor allem aber in Zukunft, stark an Bedeutung gewinnen werden wie die folgenden Beispiele zeigen.

2.1. AC-Ladefunktion

Wenngleich die AC-Ladefunktion für die Eigenverbrauchsoptimierung keine unmittelbare Relevanz hat, so ergeben sich bei näherer Betrachtung eine Vielzahl an Anwendungen die nur durch die AC-Ladefunktion möglich werden. Laden über AC kann entweder aus Energiequellen im privaten (Haus-) Netz oder aus dem Netz der allgemeinen Versorgung erfolgen (Netzbezug). Beispiele für Anwendungsfälle der AC-Ladefunktion resultieren aus den Blickwinkeln der drei folgenden Stakeholdergruppen.

2.1.1. Aus der Sicht des Anlagenbetreibers

/ Kopplung mit anderen Energiequellen (AC-Kopplung)

Kleine Blockheizkraftwerke (Mikro-BHKW) oder auch Windanlagen mit kleinen Leistungen werden mit einer stetig wachsenden Bandbreite am Markt angeboten. Diese Anlagen stellen elektrische Energie auch dann zur Verfügung, wenn die PV-Anlage wenig Ertrag bringt (Winter) und der PV-Speicher kaum ausgelastet ist. Über die AC-Ladefunktion kann so überschüssiger Strom aus diesen komplementären (lokalen) Quellen im PV-Speicher zwischengespeichert werden und zu späteren Zeitpunkten wieder abgerufen werden.

Die Möglichkeit der AC-Kopplung ermöglicht zudem auch die einfache Nachrüstung eines Speichers in bestehende PV-Anlagen.

/ Erhaltungsladung

Sollte über einen längeren Zeitraum keine bzw. sehr wenig PV-Energie zur Verfügung stehen (defekte PV-Module, schneebedeckter PV-Generator,...), ist es mittels AC-Ladung möglich, den Speicher vor Tiefentladung zu schützen und damit eine frühzeitige Alterung der Batterie zu verhindern.

/ Mindestladung für Notstromfall

Viele PV-Speichersysteme werden so ausgestattet, dass im Falle eines Netzausfalls eine Notstromversorgung des Objekts weiterhin möglich ist. Durch die AC-Ladung kann unabhängig von den Einstrahlungsverhältnissen dafür gesorgt werden, dass der Speicher immer eine gewisse Mindestladung aufweist. Zudem kann der Speicher so bei angekündigten Netzabschaltungen noch rechtzeitig vollgeladen werden.

2.1.2. Aus der Sicht der Strommarktakteure

/ Zeitabhängige Stromtarife

Mit der Einführung von intelligenten Stromzählern (Smart Meter) gehen innovative Stromanbieter dazu über, ihren Kunden zeitabhängige Stromtarife anzubieten. Vor allem in einstrahlungsschwachen Zeiten wäre es damit möglich, zu Niedrigpreiszeiten den Speicher aus dem Netz zu laden um den Haushalt zu Hochpreiszeiten aus dem Speicher zu versorgen.

/ Nutzung von speicherseitiger Flexibilität für Bilanzgruppenoptimierung

Die Strommärkte (kWh-Märkte) und damit die Strommarktakteure haben die Aufgabe, Angebot (Erzeugung) und Nachfrage (Verbrauch) vor dem Lieferzeitpunkt möglichst genau aufeinander abzustimmen. Da vor allem



SHIFTING THE LIMITS

Wind und PV in ihrer Erzeugung Schwankungen des natürlichen Dargebots unterliegen, sind zu ihrer Marktintegration neben guten Prognosewerkzeugen auch disponible Flexibilitätsoptionen unerlässlich. Dezentrale Batteriespeicher sind (im Verbund zu einem „virtuellen Kraftwerk“) eine dieser Flexibilitätsoptionen.

2.1.3. Aus der Sicht der Netzbetreiber

/ Verbesserung der Netzqualität

Durch die zunehmende PV-Dichte in den Netzen steigen die Anforderungen an PV-Anlagen sich an der Erbringung von Netzdienstleistungen zu beteiligen. Mit dem Einsatz von Speichern steigen die Möglichkeiten von PV-Anlagen einen wesentlichen Beitrag zur Spannungs- und Frequenzhaltung zu leisten. Eine AC-Ladefunktion, die im Bedarfsfall nach bestimmten (z.B. lokal spannungsabhängigen) Regelungsmechanismen Energie in den Speicher aufnimmt, kann die Netzdienlichkeit von PV-Anlagen mit Batterie erhöhen.

/ Teilnahme am Regelenergiemarkt

Die Unvollkommenheit der Strommärkte (Erzeugung und Verbrauch zum Lieferzeitpunkt nicht im Gleichgewicht) gleichen die Übertragungsnetzbetreiber im Verbundnetz durch den Abruf von Regelleistung aus. Die Beschaffung der Regelleistung erfolgt marktbasierend (Regelleistungsmärkte). Ähnlich wie bei der Nutzung von Flexibilität durch die Strommarktakteure (siehe oben), stellt der dezentrale Batteriespeicher (im Verbund zu einem „virtuellen Kraftwerk“) auch eine Flexibilitätsoption für die Regelleistungsbeschaffung dar.

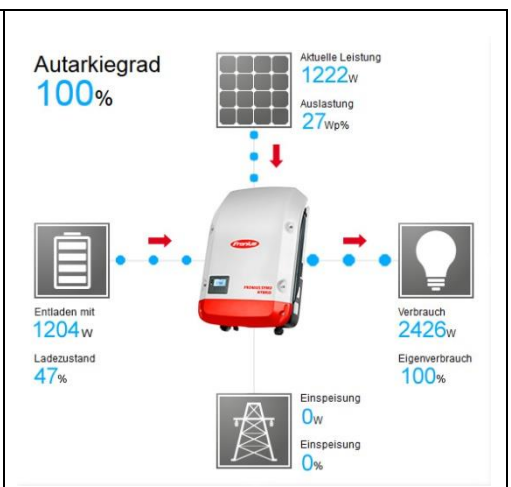
3. Die Multi Flow Technology

Die im vorigen Kapitel beschriebenen Energieflüsse sind für einen optimalen Betrieb von PV-Speichersystemen notwendig, wobei es nicht nur darauf ankommt, dass ein Wechselrichter diese Betriebsmodi beherrscht, sondern auch relevant ist, ob diese Ströme parallel (zeitgleich) fließen können. Die in der Fronius Symo Hybrid Serie eingesetzte Multi Flow Technology beschreibt diesen umfassenden Ansatz der Energieflusssteuerung, mit der der Wechselrichter zum intelligenten Knotenpunkt sämtlicher Stromflüsse wird. Folgende Beispiele sollen die Vorteile der Multi Flow Technology illustrieren und den Unterschied zu einem Speichersystem ohne dieser Technologie verdeutlichen.

/ Gleichzeitige Versorgung des Haushalts über PV und Batterie:

Um den Energiebedarf des Haushalts zu decken, wird die Leistung der PV-Anlage genutzt und zeitgleich der fehlende Anteil von der Batterie bezogen.

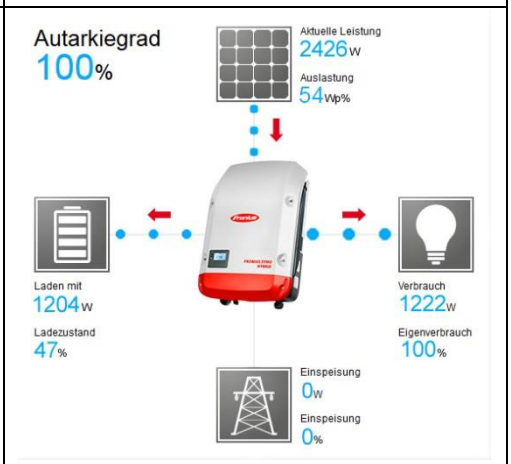
Ohne Multi Flow Technology, d.h. wenn diese Energieflüsse nicht parallel möglich wären, könnte entweder der Verbrauch im Haushalt nicht zu 100% aus PV-Strom gedeckt werden, obwohl Energie in der Batterie verfügbar wäre, oder aber die PV-Anlage müsste abgeschaltet werden, wodurch Energie verloren geht.



/ Laden der Batterie + Versorgung des Haushalts mit PV:

Übersteigt die Leistung der PV-Anlage den Verbrauch des Haushalts, wird die überschüssige Energie in der Batterie gespeichert. Erst wenn der Ladezustand der Batterie 100% erreicht, wird die überschüssige Energie ins Netz eingespeist.

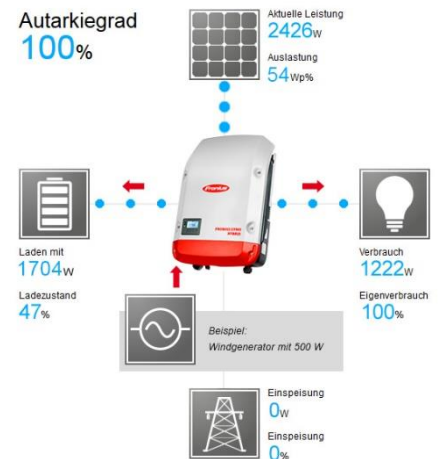
Ohne Multi Flow Technology müsste der Wechselrichter abregeln, wodurch die überschüssige Energie verloren geht.



/ Gleichzeitige Versorgung des Haushalts und Laden der Batterie durch PV und weiteren Energieerzeugern

Um den Energiebedarf des Haushalts zu decken, wird die Leistung der PV-Anlage und die Leistung der weiteren Energieerzeuger (z.B. kleiner Windgenerator oder BHKW) genutzt und zeitgleich die überschüssige Energie in die Batterie geladen. Damit kann auch im Winter ein hoher Autarkiegrad erreicht werden.

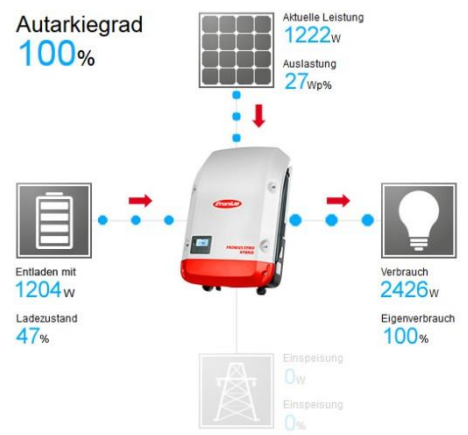
Bei Systemen ohne Multi Flow Technology kann die Energie anderer Energieerzeuger nicht in der Batterie zwischen gespeichert werden.



/ Deckung des Verbrauchs durch PV und Batterie im Notstrombetrieb:

Im Notstrombetrieb kann der Verbrauch im Haushalt zeitgleich von der PV-Anlage und der Batterie gedeckt werden. Zudem kann der Notstrombetrieb auch dann noch fortgesetzt werden, wenn die Batterie bereits entladen ist (sofern Leistung der PV-Anlage > Verbrauch im Haushalt)

Bei Systemen ohne Multi Flow Technology kann die Energie der PV-Anlage im Notstrombetrieb oftmals nicht genutzt werden und geht somit verloren.



4. Zusammenfassung

Die Anforderungen an einen Wechselrichter in einem Speichersystem sind, verglichen mit einer konventionellen PV-Anlage ohne Speicher, um ein Vielfaches höher geworden. Der Wechselrichter im modernen Speichersystem soll alle erdenklichen Energieflüsse intelligent steuern und so den Eigenverbrauch maximieren. Damit keine Energie verloren geht und höchste Energieeffizienz gewährleistet werden kann, ist es nötig, dass sämtliche Energieflüsse auch zeitgleich erfolgen können. Vor allem die AC-Ladefunktion ist für verschiedenste Anwendungen nicht wegdenkbar und wird künftig noch mehr an Bedeutung gewinnen.

Mit dem Fronius Energy Package und der Multi Flow Technology werden die hohen Anforderungen an die Regelungstechnik eines modernen Speichersystems erfüllt. Die Multi Flow Technology stellt die vielseitige Verwendung des Speichersystems, auch für alle künftigen Anwendungsgebiete, sicher.