Erschienen in pv magazine 02/2015, S.106-108 (Online-Langfassung)

PV-Systeme mit Wärmepumpen ideal betreiben

Ob es Sinn ergibt, eine Wärmepumpe an den Haushaltsstromkreis anzuschließen oder doch lieber einen gesonderten Wärmepumpenzähler zu verwenden, hängt unter anderem von der Betriebsweise der Wärmepumpe ab. Der Artikel erklärt, welche Maßnahmen sich wie auswirken und welche Lösungen schon heute praktikabel sind.

Das Wichtigste in Kürze

- Je effizienter das Gebäude oder die Wärmepumpe ist, desto eher lohnt sich der Verzicht auf den vermeintlich günstigen Heizstromtarif.
- Batteriesysteme können zusammen mit Wärmepumpen als Speicher für Strom- und Wärmeanwendungen genutzt werden und bieten folglich einen hohen Nutzen für die gesamte Energieversorgung eines Hauses.
- Die SG Ready-Schnittstelle trägt maßgeblich zur Erhöhung der Eigenversorgung bei und sollte zukünftig von Batteriesystem-Herstellern aktiv ins Energiemanagement einbezogen werden.

Durch immer günstigeren Solarstrom und die zunehmende Verbreitung von Wärmepumpen werden PV-Systeme neben der Stromversorgung zukünftig auch verstärkt die Wärmeversorgung von Gebäuden übernehmen. Dabei treten sie in Konkurrenz zur fossil- und biomassebasierten Wärmeerzeugung, die in den letzten Jahren aufgrund gestiegener Brennstoffkosten kontinuierlich teurer geworden ist. Im gleichen Zeitraum sind die Stromgestehungskosten für Solarstrom vom Einfamilienhausdach auf nur noch 10 bis 14 ct/kWh gesunken. Für einen ökonomischen Betrieb von wärmepumpenbasierten Heizungssystemen, die durch Photovoltaik unterstützt werden, sollte daher ein möglichst hoher Anteil des Wärmepumpenstrombedarfs durch Solarstrom gedeckt werden (Bild 1). Um dies zu erreichen, muss die Wärmepumpe an den Haushaltsstromkreis angeschlossen werden, wodurch jedoch kein vergünstigter Heizstromtarif in Anspruch genommen werden kann.

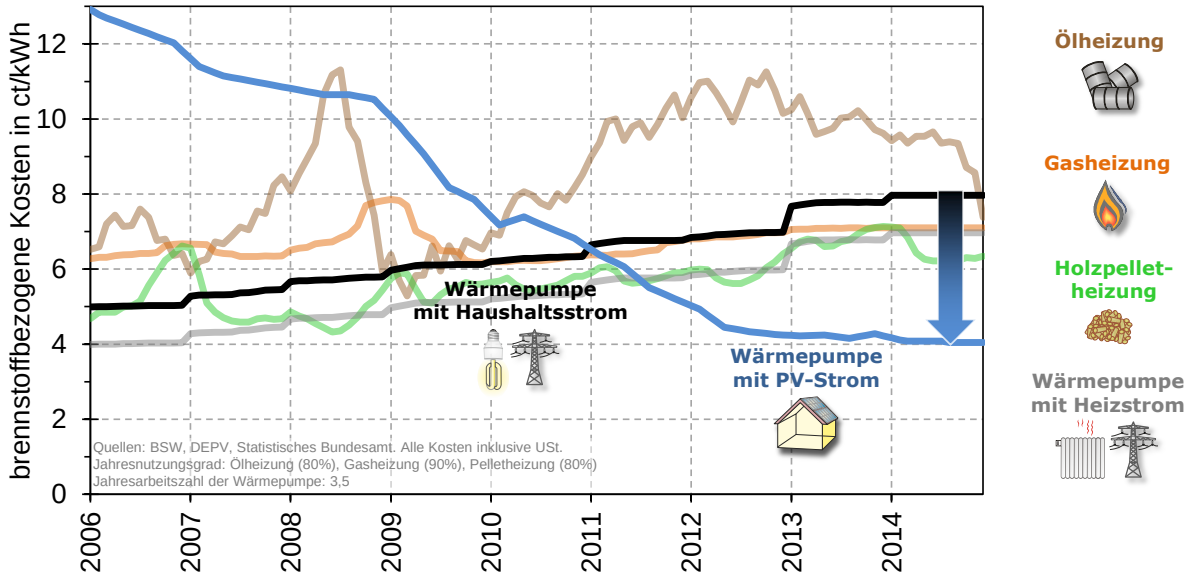

Bild 1 Historische Entwicklung brennstoffbezogener Wärmekosten verschiedener Heizungssysteme. Damit PV-Speichersysteme mit Wärmepumpen gegenüber anderen Wärmeerzeugern wirtschaftlich sind, sollte ein möglichst hoher Anteil des Wärmepumpenstrombedarfs durch das PV-System gedeckt werden.

Mindestautarkiegrad für PV-Wärmepumpensysteme

Ob sich der Anschluss einer Wärmepumpe an den Haushaltsstromkreis lohnt, hängt von den verschieden Stromtarifen für Bezug und Einspeisung sowie vom Jahresenergieverbrauch der Wärmepumpe ab. Der Mindestautarkiegrad der Wärmepumpe (vgl. Formel im Infokasten) beschreibt, welchen Anteil des Wärmepumpenstrombedarfs ein PV-System mindestens decken muss, damit ein Verzicht auf den vergünstigten Wärmestromtarif wirtschaftlich rentabel ist. Verbraucht beispielsweise die Wärmepumpe in einem Haus jährlich 6000 kWh Strom bei einem Heizstromtarif von 18,5 ct/kWh und einem Haushaltsstromtarif von 28 ct/kWh, so müsste ein PV-System mindestens 50% des Wärmepumpenstrombedarfs decken, damit sich der Anschluss an den Haushaltsstromkreis rechnet. Verbraucht die Wärmepumpe aufgrund effizienterer Technik oder durch eine Modernisierung des Gebäudes nur 1500 kWh/a, so lohnt sich die Umschaltung bereits ab einem Autarkiegrad von 18%. Mit zunehmender Effizienz des Gebäudes oder der Anlagentechnik rentiert sich folglich der Anschluss der Wärmepumpe an den Haushaltsstromkreis.

Mindestautarkiegrad für den ökonomischen Betrieb der Wärme im Hausnetz

$$a_{WP,min} = \frac{T_{HH} - T_{WP} - \frac{K_{Z,WP}}{E_{WP}}}{T_{HH} - T_{PV}}$$

Haushaltsstromtarif:	T_{HH}	in €/kWh
Einspeisetarif:	T_{PV}	in €/kWh
Heizstromtarif:	T_{WP}	in €/kWh
WP-Zähler:	$K_{Z,WP}$	in €/Jahr
Verbrauch WP:	E_{WP}	in kWh/Jahr

Batteriesysteme als Energiemanager

Wie hoch der Anteil des Solarstroms an der Versorgung einer Wärmepumpe ausfällt, hängt vor allem von der Systemdimensionierung und der Betriebsführung ab. Die Frage ist daher, welchen Nutzen die Kombination aus Photovoltaik und Wärmepumpe bringt und welchen Beitrag ein zusätzlich installierter Batteriespeicher bei der Strom- und Wärmebereitstellung in Einfamilienhäusern leisten kann. Wichtig ist dabei eine zentrale Regelung auf Haushaltsebene, zum Beispiel in Form eines Energiemanagements, das die verschiedenen Energieflüsse messen und die Geräte im Haushalt regeln kann (Bild 2). Da Batteriespeicher bereits über entsprechende Messtechnik verfügen und zudem schnell und flexibel regelbar sind, spricht vieles dafür, dass sie zur intelligenten Ansteuerung von Wärmepumpen über die sogenannte SG Ready-Schnittstelle (siehe Infokasten) eingesetzt werden.

Vorteile durch Nutzung der SG Ready-Schnittstelle

Durch die SG Ready-Schnittstelle wird externen Geräten wie einem Energiemanagementsystem die Möglichkeit geboten, die Wärmpumpe in Abhängigkeit des überschüssigen PV-Stroms zu betreiben. Dabei kann es unterschiedliche Speicheroptionen nutzen.

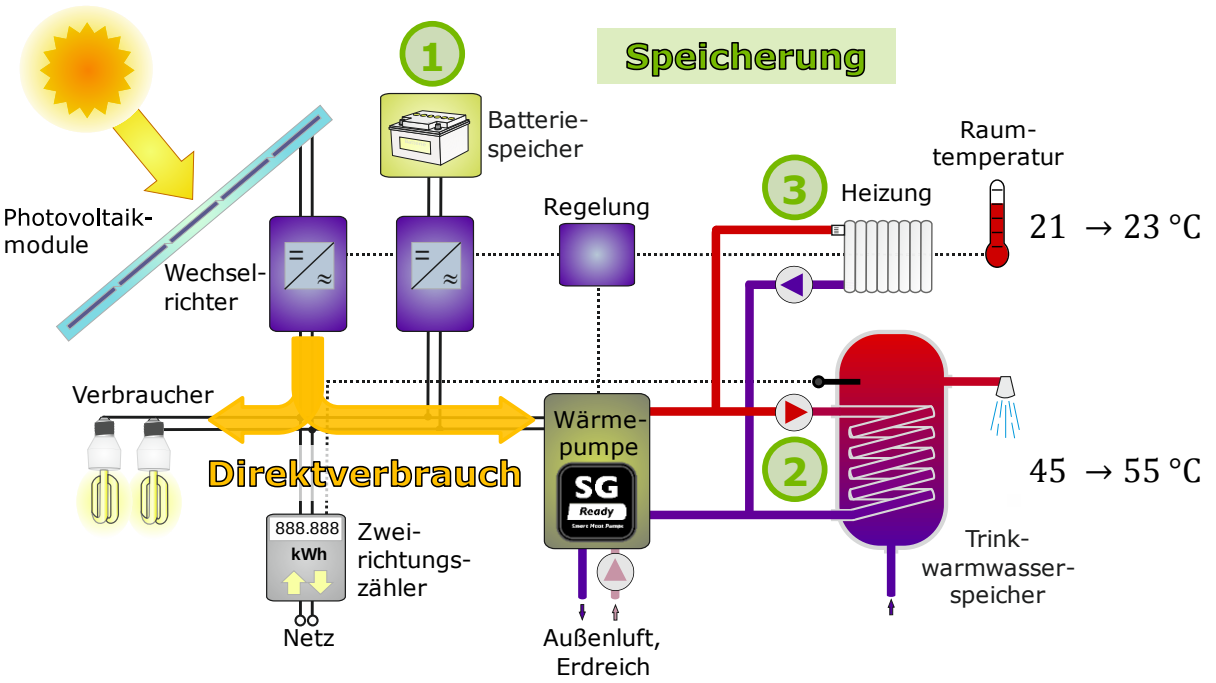

Bild 2 Photovoltaiksystem zur Strom- und Wärmeversorgung mit Batteriespeicher, Trinkwarmwasserspeicher und Wärmepumpe. Die SG Ready-Schnittstelle erlaubt Lastmanagement und thermische Speicherung von überschüssigem Solarstrom. Dabei gibt die Nummerierung eine mögliche Reihenfolge an mit der die Systemkomponenten als Speicher für PV-Strom vom Energiemanagement genutzt werden können.

Während eine Überhitzung des Trinkwasserspeichers ganzjährig möglich ist, beschränkt sich die Option zur Erhöhung der Raum- oder gegebenenfalls Pufferspeichertemperatur auf die Heizperiode. Bei der Wahl der Wärmepumpe sind Geräte mit der sogenannten Inverter-Technologie von Vorteil. Durch die modulierende Betriebsweise und somit Anpassung der Wärmerzeugung an den Verbrauch erhöht sich die Laufzeit der Wärmepumpe bei gleichzeitig im Mittel geringerer elektrischer Leistungsaufnahme. Dies führt - auch ohne die Nutzung der SG Ready-Schnittstelle - bereits zu einer Erhöhung des Direktverbrauchs und des Autarkiegrades.

50 bis 70 Prozent Energiewende mit dem eigenen Dach

Zur Bestimmung der Systemperformance wurden Simulationsrechnungen mit 1-minütigen Zeitschritten für verschiedene Gebäude und Systemdimensionierungen durchgeführt [1]. Je nach Gebäudetyp lassen sich mit einer PV-Generatorgröße von 10 kWp zwischen 25 und 65% des gesamten Strombedarfs eines typischen Haushalts zur Strom- und Wärmeversorgung mit Photovoltaikstrom decken (Bild 3). Die große Bandbreite hat dabei verschiedene Gründe: Aufgrund eines reduzierten Energiebedarfs, niedrigerer Vor- und Rücklauftemperaturen und damit verbesserter Effizienz der Wärmepumpe erreicht ein KfW Effizienzhaus 40 gegenüber einem gut modernisierten Altbau etwa 10 Prozentpunkte höhere Autarkiegrade. Durch Nutzung der SG Ready-Schnittstelle und unter der Berücksichtigung einer dem technischen Standard entsprechenden Nachtabsenkung der Raumtemperatur kann die Laufzeit der Wärmepumpe verstärkt in die Zeit solarer Überschüsse gelegt werden. Hierdurch kann der Autarkiegrad nochmals um 5 bis 10 Prozentpunkte gesteigert werden.

Batteriespeicher als Schlüsselkomponente

Die größte Steigerung des Autarkiegrades der Wärmepumpe wird durch die Integration eines zusätzlichen Batteriespeichers erreicht. Dieser ermöglicht sowohl die Versorgung des Haushalts als auch die der Wärmepumpe mit überschüssigem Solarstrom. Mit einer nutzbaren Batteriekapazität von 6 kWh kann der Autarkiegrad der Wärmepumpe nochmals um 10 bis 20 Prozentpunkte steigen, sodass sich modernisierte Altbauten bei vollständiger Nutzung der Dachfläche (10 kWp) zu fast 50% mit Strom und Wärme selbst versorgen können. Bei gleicher PV-Generatorleistung können Effizienz- und Passivhäuser auch Autarkiegrade bis 70% erreichen.

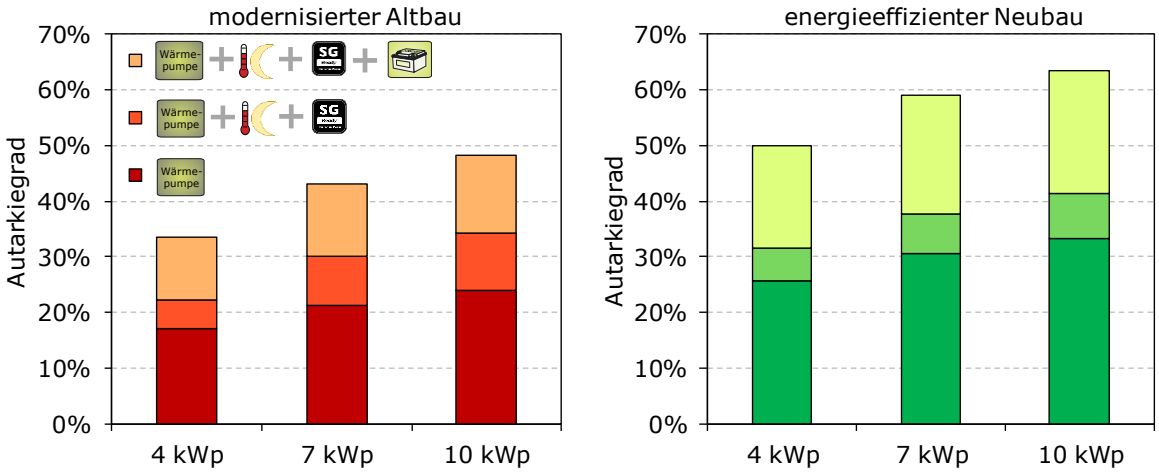

Bild 3 Autarkiegrade zweier Gebäudetypen mit Wärmepumpe in Abhängigkeit der PV-Generatorleistung bei Nachtabsenkung der Raumtemperatur und Nutzung der SG Ready-Schnittstelle sowie Batteriespeicherung (nutzbare Speicherkapazität 6 kWh, Jahresstrombedarf ohne Wärmepumpe 4000 kWh, Wohnfläche 140 m², Jahresheizenergiebedarf 95 kWh/m² (links) und 25 kWh/m² (rechts))

Energiemanagement in der Praxis

Die SG Ready-Schnittstelle ist, wie bereits erwähnt, zum Standard bei Wärmepumpen unabhängig vom Hersteller geworden. Bei den Energiemanagementsystemen oder auch intelligenten Batteriespeichern gestaltet sich die Produktpallette leider deutlich übersichtlicher. Manche PV-System- sowie Heizungssystemhersteller bieten zwar erste Lösungen an, jedoch hat der Kunde oftmals nur die Möglichkeit, die Produkte über das Fachhandwerk zu beziehen. Ein Preis- und Funktionsvergleich gestaltet sich somit schwierig. Darüber hinaus wird ungenügend kommuniziert, ob die SG Ready-Schnittstelle oder doch eine andere Form der Ansteuerung verwendet wird. Für einen Durchbruch der Wärmepumpen im Bereich der Wohngebäude wäre es mehr als wünschenswert, wenn spätestens auf der Intersolar 2016 alle namhaften Hersteller von PV-Batteriespeichern ein „Kompatibel zu SG Ready“-Label auf ihren Datenblättern vorzeigen können. Dies würde die Grenzen zwischen dem Strom- und Wärmesektor weiter abbauen und somit der Energiewende endlich den nötigen Impuls geben.

Info-Box

Das SG Ready-Label tragen Wärmepumpen, die über einen genormten Schaltkontakt in ihrem Betriebsverhalten beeinflusst werden können. Mit mehr als 700 Modellen verfügen nahezu alle aktuellen Geräte über dieses Siegel.

Funktion bei Warmwasserwärmepumpen

- Erhöhung der Warmwasser-Solltemperatur zum Zweck der thermischen Speicherung

Funktion bei Heizungswärmepumpen

- Schaltzustand 1: Wärmepumpe ausschalten (maximal 2 Stunden)
- Schaltzustand 2: Normalbetrieb
- Schaltzustand 3: Verstärkter Betrieb (interner Regler entscheidet)
- Schaltzustand 4: Definitiver Betrieb (verschiedene Varianten möglich)
    - Variante 1: Einschalten der Wärmepumpe
    - Variante 2: Höhere Soll-Temperaturen oder Einsatz Heizstab
    - optional: Erhöhung der Raumtemperatur bei vorhandenem Sensor

Mehr Informationen unter:

http://www.waermepumpe.de/waermepumpe/qualitaetssicherung/sg-ready-label.html

Danksagung

Die präsentierten Ergebnisse sind im Projekt: Energiemanagement und Optimierung von Photovoltaiksystemen mit Batterie- und Wärmespeichern (PVstore)“ entstanden (Förderkennzeichen: 0325716G). Die Autoren danken dem Projektträger Jülich (PtJ) und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) für das entgegengebrachte Vertrauen.

Autoren

Tjarko Tjaden, Felix Schnorr, Johannes Weniger und Volker Quaschning

Tjarko Tjaden, Felix Schnorr und Johannes Weniger sind Mitarbeiter an der Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin. Volker Quaschning ist Professor für Regenerative Energiesysteme und Sprecher des Studiengangs Regenerative Energien an der HTW Berlin. Gemeinsam forschen die Autoren zu photovoltaischen Eigenversorgungssystemen im Bereich Strom und Wärme. Im Fokus steht dabei die intelligente Verknüpfung von Photovoltaiksystemen mit Batterie- und Wärmespeichern.

Literatur

[1] T. Tjaden, F. Schnorr, J. Weniger, J. Bergner, V. Quaschning: „Einsatz von PV-Systemen mit Wärmepumpen und Batteriespeichern zur Erhöhung des Autarkiegrades in Einfamilienhaushalten“, in *30. Symposium Photovoltaische Solarenergie*, Bad Staffelstein, 2015.