

Sonne zum Heizen anknipsen

PHOTOVOLTAIK Strom aus der eigenen Photovoltaikanlage lässt sich besser ausnutzen, wenn ein Haushalt ihn auch für Warmwasser und Heizung einsetzt – zum Beispiel mit einer Wärmepumpe allein oder zusammen mit einem Heizstab. Letzterer bietet sich auch zur Kombination von Photovoltaik mit einem anderen Heizsystem an. Der Artikel beschreibt die Unterschiede und stellt beispielhaft Produkte vor. Joachim Berner

Arnd Pfeiffer braucht die Kühle des Erdreichs unter seinen Füßen, wenn er seine Runden dreht. Sonst können die Ski des Biathlon-Olympiasiegers nicht optimal über den Schnee gleiten. Zuhause ist das anders. Dort braucht er die Wärme des Erdreichs – mit ihr heizt er. Den Strom für die Sole/Wasser-Wärmepumpe liefert zum Teil eine Photovoltaikanlage. Anknipsen muss Pfeiffer den Solarstrom nicht. Die Wärmepumpenregelung kann aus den Daten der Vortage die voraussichtliche Leistungskurve der Photovoltaikanlage sowie den zu erwartenden Energiebedarf im Haus ermitteln und für den Heizbetrieb berücksichtigen. „Auf diese Weise kann sie etwa vorgegebene Einschaltzeitpunkte auf Basis der Bedarfsprognose vorziehen, um ein Höchstmaß an Solarstrom mit der Wärmepumpe verwerten zu können“, erklärt Unternehmenssprecher Wolfgang Rogatty vom Hersteller Viessmann. An heißen Sommertagen mit intensiver Sonneneinstrahlung lassen sich der Solarstrom für die reversibel arbeitenden Wärmepumpen nutzen, um das Wohnhaus zu kühlen. Wichtig: Die Wärmepumpe sollte ihre Leistung modulieren können.

Am Energiemanager kommt keiner vorbei

Die sogenannte SG Ready-Funktion einer Wärmepumpe bietet die Möglichkeit, zusätzlichen Solarstrom zu speichern. Über sie kann die Photovoltaikanlage ein Signal an das Heizaggregat senden, einen Wärmespeicher auf höhere Temperaturen aufzuheizen. Bei SG Ready handelt es sich um einen genormten Schaltkontakt, mit dem sich Wärmepumpen in ein intelligentes Stromnetz einbeziehen lassen. Wer den Eigenverbrauch weiter optimieren möchte, kann Photovoltaik und Wärmepumpenheizung in ein Energiemanagementsystem einbinden. Der Energiemanager hat alle Stromflüsse im Blick und kann sie aufeinander abstimmen.

So kann er nicht nur die Leistungsaufnahme einer Wärmepumpe an den Überschuss der Photovoltaikanlage anpassen. Er kann unter anderem den Betrieb eines zusätzlichen Batterie-

speichers oder einer E-Ladestation steuern. Am frühen Morgen sorgt er dafür, dass die Wärmepumpe mit dem gespeicherten Sonnensaft aus der Batterie läuft. Er entscheidet, ob der Wärmespeicher nach dem morgendlichen Duschen nachgeheizt werden muss oder es ausreicht, bis die Photovoltaikanlage wieder Strom liefert. Wird am Vormittag keine weitere Heizwärme im Haushalt gebraucht, lädt er die Batterie mit dem Solarstrom.

Anhand von Wettervorhersagen kann ein Energiemanagementsystem den weiteren Wärmepumpenbetrieb planen, zum Beispiel ob diese im Laufe des Vormittags den Wärmespeicher wegen vorhergesagter tieferen Temperaturen aufheizen soll, auch wenn im Moment keine Raumheizung benötigt wird, aber noch genügend Solarstrom in der Batterie vorhanden ist und sie im Laufe des Tages wieder geladen wird.

Solarstrom intelligent verwenden

„Das Heizen mit einer Wärmepumpe ist hierbei besonders vorteilhaft, da sie einen deutlich höheren Umwandlungsfaktor von Kilowattstunde elektrisch in Kilowattstunde thermisch bewerkstelligen kann“, erklärt Unternehmens-

sprecherin Patricia Rieth, warum Bosch Thermotechnik eine Photovoltaikanlage zum Heizen immer mit einer Wärmepumpe kombiniert. Während ein Heizstab eine Kilowattstunde elektrisch in eine Kilowattstunde thermisch umwandelt, könne eine gut ausgelegte Luft/Wasser-Wärmepumpe durchschnittlich im Jahresverlauf vier Kilowattstunden thermische Energie aus einer Kilowattstunde elektrisch erzeugen.

Zusätzlich benötigen die Kundinnen und Kunden beim Bosch-System einen kompatiblen Wechselrichter und einen passenden intelligenten Stromzähler, ein Smart Meter, sowie optional einen kombinierbaren Stromspeicher. Als zentrale Steuereinheit für das Energiemanagement dient der Bosch Smart Home Controller. Er muss wie die Wärmepumpe und der Wechselrichter mit dem häuslichen Netzwerk verbunden sein, damit der Energiemanager mit den Komponenten über deren IP-Schnittstelle kommunizieren kann.

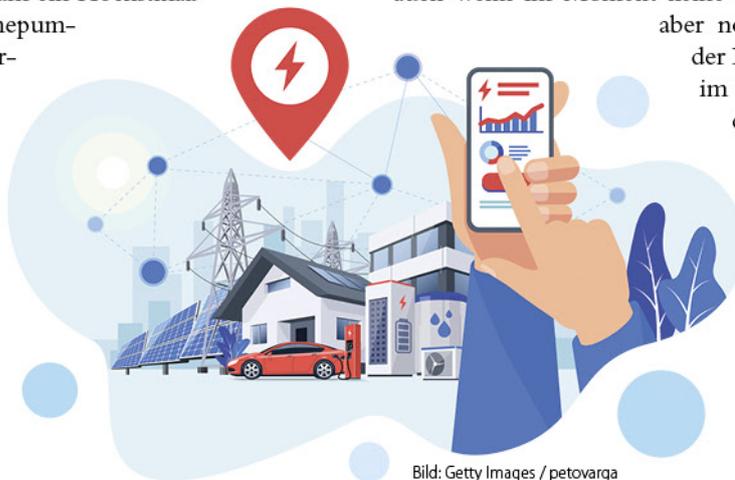


Bild: Getty Images / petovarga

Der Energiemanager von Bosch bevorzugt die Regelung der Wärmepumpe, um die Verlustströme einer Be- und Entladung des Stromspeichers zu minimieren. „Das bedeutet, dass der Energiemanager die Ladeströme der Batterie zusätzlich zum PV-Überschuss am Netzanschlusspunkt hinzurechnet und dementsprechend dann mit der passenden Leistung die Wärmepumpe hinzuschaltet“, erklärt Rieth. Erst wenn das Gebäude und der Warmwasserspeicher das Maximum der oberen Grenztemperatur erreicht haben, werde die Batterie geladen.

Doch der Energiemanager kann noch mehr, vor allem wenn es sich bei dem Eigenheim um ein Smart Home handelt.

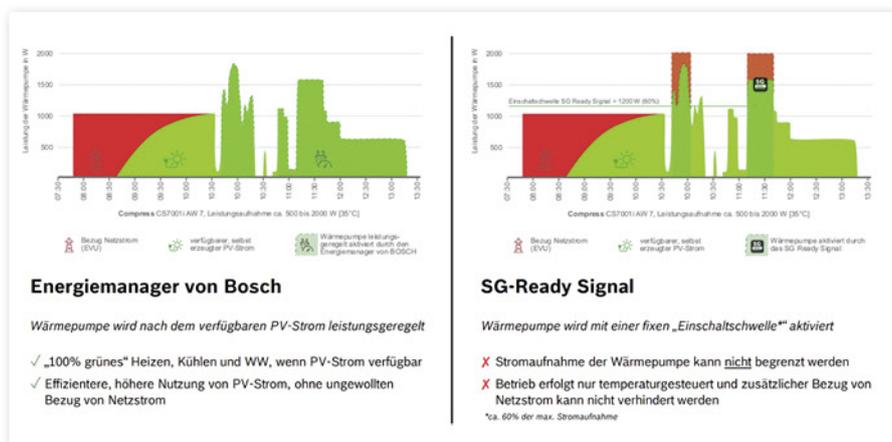
So lassen sich über ihn die Raumthermostate einzelner Räume gezielt regeln. „So können beispielsweise einzelne Räume am Tage für den Abend vorgeheizt werden und es muss am Abend nicht auf die gespeicherte Energie zugegriffen werden“, beschreibt Rieth den Vorteil. Dasselbe gelte auch beim Kühlen der Räume im Sommer. Bevor beispielsweise Solarstrom für die Wärmepumpe zum Kühlen verbraucht wird, kann der Energiemanager die Rollladensteuerung aktivieren, damit sie über Tag, wenn niemand zuhause ist, für die Abdunkelung der Räume sorgt. Für Smart Home-Geräte, die die Energieeffizienz verbessern oder der Vernetzung technischer Anlagen dienen, gibt es einen staatlichen Zuschuss aus der Bundesförderung für effiziente Gebäude. (siehe Seite 38 in dieser Ausgabe).

PV-Wärme aus der Energiezentrale holen

Rennergy Systems aus Kempten, Anbieter regenerativer Heizsysteme, hält ein Energiemanagement für unumgänglich. „Jedoch ist darauf zu achten, dass es mit allen anderen Komponenten richtig kommunizieren kann“, erklärt Firmenchef Alfons Renn, worauf es ankommt. Außerdem sollte bei einem photovoltaischen Heizsystem der Technikraum groß genug für einen Pufferspeicher mit tausend Liter Inhalt sein, damit sich das Eigenheim auch nachts mit PV-Wärme versorgen lasse.

Um aufeinander abgestimmte Komponenten für eine PV-Heizung auf kleinstem Raum anbieten zu können, hat Renn mit seinem Team die Smart E-Box entwickelt. Der nach Kundinnenwunsch angefertigte Holzcontainer beherbergt auf vier bis sechs Quadratmeter die entsprechenden Bestandteile samt Verrohrung, alles fertig verdrahtet und angeschlossen. Rennergy Systems programmiert nach entsprechender Vorgabe das Energiemanagement, sodass es vor Ort nur eine Stromzuleitung und einen Internetanschluss braucht.

Zum Renergy-System gehört ein modulierender Heizstab. Er kann den Pufferspeicher mit PV-Überschussstrom auf bis zu 80 °C erwärmen. In einem 1000 Liter Pufferspeicher lassen sich laut Renn bis zu 60 Kilowattstunden Wärme speichern. Diese Energiemenge reiche aus, einen 4-Personen-Haushalt über Nacht mit Warmwasser und Wärme zu versorgen. Der Heizstab kann dank seines großen Modulationsbereichs die Solargeneratorleistung nutzen, die aufgrund der 70-Prozent-Regelung aus dem EEG abgeschaltet würde.



Leistungsunterschied: Mit einem Energiemanager lässt sich die Leistungsaufnahme einer Wärmepumpe an den Überschuss der Photovoltaikanlage anpassen.

Ein modulierender Elektro-Heizeinsatz empfiehlt sich aus einem weiteren Grund: Er kann Leistungsbereiche nutzen, die unter der Einschaltswelle der Wärmepumpe oder oberhalb ihrer Leistungsgrenze liegen.

Heizeinsatz steckt an der Wand und nicht im Speicher

Wer nicht mit einer Wärmepumpe heizt, der muss nicht auf die Sonne verzichten. Er kann sie zum Beispiel über die Wandkonsole PTH von Roth Werke anknipsen. Bei der Wandkonsole handelt es sich um eine hydraulische Einheit, die aus einem regelbaren elektrischen Heizelement, einer regelbaren Umwälzpumpe und weiteren Komponenten wie einem Entlüfter, einem Schmutzfänger und einem Überdruckventil besteht. Sie wird außerhalb des Wärmespeichers montiert. Weil sich der Heizeinsatz in der Wandkonsole und nicht direkt im Speicher befindet, kann er die Temperaturschichtung im Wärmetank nicht stören.

Der Heizstab fungiert als Durchlauferhitzer und liefert eine Maximalleistung von 3,5 Kilowatt. Er kann das Heizungswasser auf bis zu 85 °C erwärmen, dann schaltet ein innenliegendes Thermostat ab. An einem Thermostatventil lässt sich die Temperatur einstellen, bei der das Ventil öffnen soll, um den Speicher mit einer Mindesttemperatur zwischen 50 und 75 °C zu beladen. Das Heizungswasser in der Wandkonsole kreist im

Was ein Energiemanagementsystem bringt

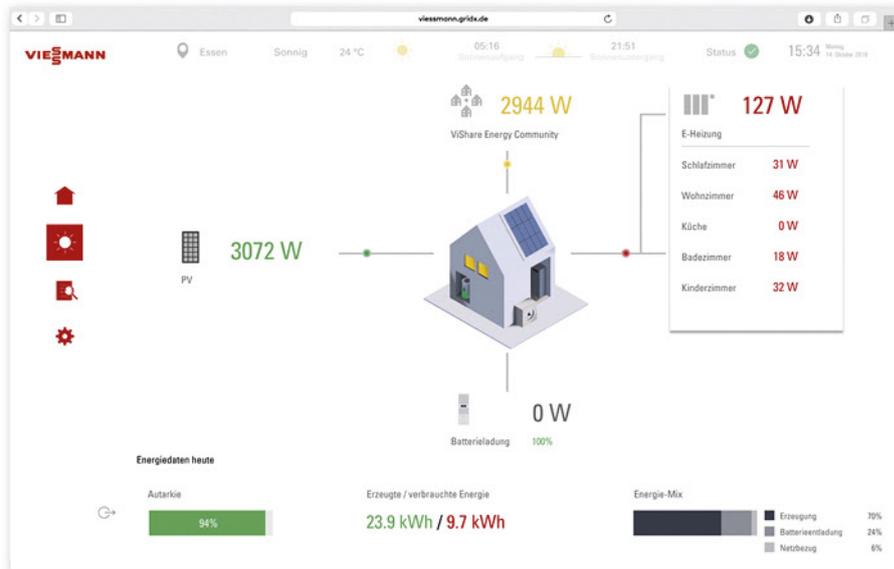
Den Nutzen seines Energiemanagers hat Heizungsanbieter Wolf in einem Feldversuch bei einem Eigenheim mit 110 Quadratmeter Wohnfläche ausgewertet. Zum Heizungssystem gehören eine 7-kW-Wärmepumpe, ein 1000-l-Schichtenspeicher und eine 9,9-kW-Photovoltaikanlage. „Die Auswertung im Sommer ergab, dass für die Warmwasserbereitung fast kein Netzstrom mehr benötigt wurde“, erklärt Produktmanager Martin Bauer. Die Autarkiequote, das Verhältnis von PV-Eigenstromversorgung zu Netzbezug, sei mit dem Energiemanagement erheblich gestiegen. „In unserem Versuch gab es eine Erhöhung von 42 auf 96 Prozent – bezogen auf die Wärmepumpe, weil keine weiteren Verbraucher mitgemessen wurden.“ Durch eine Temperaturerhöhung bei der Zwischenspeicherung, die der Fachhandwerksbetrieb einstelle, würden die Speicherladungen zu den Zeiten entfallen, in denen wenig Solarertrag anfallt.

internen Kreislauf so lange, bis sich das Wasser auf die eingestellte Temperatur erwärmt hat und das Thermostatventil öffnet. Heißes Wasser kann nun so lange in den Pufferspeicher fließen, wie die Wandkonsole die gewünschte Temperatur zur Verfügung stellen kann. Dann schließt das Thermostatventil wieder und der Vorgang beginnt von neuem.

E-Wärme regeln

Ob Wärmepumpe oder Heizstab – die österreichische Regeltechnikfirma „Technische Alternative“ bevorzugt keine der beiden Möglichkeiten. „Wir geben unseren Kunden Werkzeuge in Form unserer Regler an die Hand, um die jeweils beste Lösung für die jeweilige Situation bzw. Anlage erreichen zu können“, sagt Marketingmitarbeiter Jürgen Prazak. Eine Wärmepumpe stelle zwar die effizientere Variante dar. Manchmal sei sie aber nicht oder nicht gut regelbar oder nicht vorhanden. „In diesen Fällen kann ein Heizstab praktisch sein, nicht zuletzt, weil er auch kleinere Überschüsse rasch und exakter ausregeln kann als eine Wärmepumpe“, erklärt Prazak.

„Technische Alternative“ bietet mit dem Aton ein Set für Power-to-Heat an. Es besteht aus einem Smart Meter und einem 3-Kilowatt-Heizstab. Der Smart Meter erkennt, ob und wieviel überschüssige Leistung zur Verfügung steht und aktiviert den Heizstab. Die Regelung erfolgt stufenlos, die Kommunikation über Funk. Das Set bietet sich dadurch für die Nachrüstung an, wenn die Verkabelung zu einem wesentlichen Aufwand führt.



Alles im Blick: Spezielle Software visualisiert die Stromerzeugung der PV-Anlage, den Ladezustand einer Batterie und den Stromverbrauch im Haushalt, inklusive Heizung.

Bis auf die Standardregler sind die Geräte von „Technische Alternative“ frei programmierbar. Eine Fachfrau oder ein Fachmann kann die Regelstrategie somit an die jeweilige Anlage anpassen. „Will man eine reine PV-Überschusslösung realisieren, ist eine Kommunikation zwischen PV-Anlage und Heizung gar nicht nötig“, sagt Prazak. Der Smart Meter stellt den PV-Überschuss fest und kommuniziert diesen Wert an die angeschlossenen Geräte. Beim Aton-Set sei das der Heizstab, es könne aber auch eine Regelung sein, die eine Wärmepumpe freigibt. Technische Alternative bietet zudem Leistungssteller an, über die diverse andere Verbraucher geschaltet werden können. Wer mehr will, zum Beispiel die dynamische 70-Prozent-Regelung

Mit der Abwärme von Solarzellen heizen

PVT-Kollektoren, auch Hybridkollektoren genannt, erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme. Sie wandeln das Sonnenlicht effizienter als ein Photovoltaikmodul oder ein Solarthermiekollektor alleine. Zwei Bauformen lassen sich unterscheiden: Abgedeckte PVT ähnelt üblichen Thermiekollektoren, außer dass Solarzellen unter der Glasabdeckung oder direkt auf dem Absorber angebracht sind. Sie können übliche Warmwassertemperaturen erzeugen. Bei nicht abgedeckter PVT handelt es sich dagegen meist um Standard-Photovoltaikmodule, deren Abwärme ein an ihrer Rückseite montierter Wärmetauscher abführt. Bei ihnen steht die Stromerzeugung im Vordergrund, allerdings lässt sich auch die Zellen-Abwärme trotz niedriger Temperaturen nutzen.

Zum Beispiel in der Kombination mit Wärmepumpensystemen. Die Solarzwitter liefern erstens den Strom, den die Wärmepumpe für ihre Kompressoren benötigt. Und das besonders effizient, da die Hybride zweitens durch die Kühlwirkung mehr Stromertrag erzielen. Drittens können sie bei Sole/Wasser-Anlagen die Erdwärmekollektoren oder -sonden aufheizen. Die höhere Quelltemperatur lässt die Wärmepumpe effizienter arbeiten.

Einen Schritt weiter ist Consolar gegangen. Die Firma hat einen PVT-Kollektor entwickelt, der einer Wärmepumpe direkt als Wärmequelle dient – ohne die Geräusche eines Außengeräts zu erzeugen oder eine Bohrung für eine Erdwärme-



Doppelter Anschluss: PVT-Module wandeln die Sonnenstrahlen gleichzeitig in Strom und Wärme. Sie können Wärmepumpen zweifach mit Energie versorgen.

sonde zu benötigen. Dazu hat Consolar den Wärmeübertrager auf der Rückseite des Photovoltaikmoduls für die Wärmeaufnahme von Umgebungsluft optimiert. Weil der Kollektor gleichzeitig Luft- und Strahlungsenergie nutzt, kann er höhere Temperaturen erzielen.

Industrie und Forschung bündeln ihre Entwicklungsarbeiten in der Arbeitsgruppe Task 60 des Solar Heating & Cooling Programme der Internationalen Energieagentur: <https://task60.iea-shc.org>.

mit dem Smart Meter realisieren oder den PV-Ertrag in die Visualisierung einbinden, dessen Wechselrichter lässt sich über Modbus TCP oder RTU einbinden.

Über den Hausrouter kommunizieren

Die Schweizer Firma Askoma bietet zu ihren Flansch- oder Einschraub-Heizkörpern ein Energiemanagementsystem an. In ihm hat das Unternehmen die Batteriespeicher, Ladestationen, Smart Meter, Warmwassererhitzer, Wärmepumpen und Wechselrichter verschiedener Hersteller softwaretechnisch integriert. Über eine Programmiererweiterung lassen sich weitere Produkte einbinden. Kundinnen und Kunden können je nach Wunsch priorisieren und visualisieren, welches Gerät wie lange und zu welchem Ladestand den Solarstrom bekommen soll.

Das Asko-Set der Firma aus Bützberg bei Solothurn arbeitet über Modbus TCP beziehungsweise Json. Der Heizeinsatz wird über ein LAN-Kabel mit dem Energiemanager verbunden und dieser mit einem Netzwerkkabel zum Router des Eigenheims geschaltet. Am Hausrouter sind der Wechselrichter und alle weiteren Komponenten angeschlossen, somit können die Komponenten miteinander kommunizieren. Die Software integriert Askoma.

Zum Asko-Set gehört ein Zwei-Richtungs-Energiezähler. Besitzt ein vorhandener Wechselrichter keine digitale Schnittstelle oder ist sein Protokoll nicht mit dem Askoma-Energiemanager kompatibel, lässt sich ein zweiter Energiezähler an den Wechselrichter montieren. „Dann kann die PV-Stromproduktion gemessen und visualisiert werden“, erklärt Vertriebsleiter Andreas Pirner. Der Stromverbrauch im Haus würde ebenfalls errechnet und visualisiert.

Kabel ersetzen Rohre

Die Power-to-Heat-Produkte von my-PV aus dem oberösterreichischen Neuzeug arbeiten mit Elektrowärmeerzeugern wie E-Heizmatten, Heizstäben oder Infrarotpaneelen (siehe auch in GEB 01-2021 den Beitrag **Machen Infrarot-Heizungen Sinn?**). Sie enthalten zwar auch eine Funktion zur Kombination mit Wärmepumpen, für my-PV handelt es aber nicht um die vorrangige Anwendung. „Die elektrische Antriebsleistung von Wärmepumpen ist im Allgemeinen nicht stufenlos regelbar, was aber eine Grundvoraussetzung für die Kombination mit Photovoltaik ist“, begründet Vertriebsmitarbeiter Reinhard Hofstätter. Zudem hält er zwei Systeme – Photovoltaikanlage plus konventionelle Heizung – für „sehr kostenintensiv“.

my-PV bietet vier Power-to-Heat-Optionen: Die ELWA mit zwei Kilowatt Leistung verwendet Solarstrom direkt im eingebauten Heizstab und bereitet daraus Warmwasser. Das 3-Kilowatt-Warmwasserbereitungsgerät für netzgekoppelte PV-Anlagen heißt AC ELWA-E. Es lässt sich auch in Warmwasser- oder Pufferspeicher einbauen. Beim ACTHOR handelt es sich um eine zwischen null und drei Kilowatt stufenlos geregelten PV-Power-Manager. Er steuert eine elektrische Wärmequelle je nach Solarstromaufkommen und Wärmebedarf. Der ACTHOR 9 kann einen 3-phasigen Heizstab bis neun Kilowatt oder drei einphasige Heizstäbe im Wärmespeicher steuern.

Durch die intelligente Regelung des Power Meters verwenden AC ELWA-E und ACTHOR ausschließlich überschüssige Energie. Dank ihrer systemoffenen Ansteuerung kommu-

GEB Dossier

Grundlegende Informationen zum Thema finden Sie auch in unserem Dossier Photovoltaik mit Beiträgen und News aus dem GEB:

<https://www.geb-info.de/themen/photovoltaik>



nizieren beide auch mit anderen Energiemanagementsystemen oder mit Batteriespeichern. Für die autarke Variante mit ELWA empfiehlt my-PV mindestens zwei Kilowatt PV-Leistung. Für eine netzgekoppelte Anlage ohne Batterie rät die Firma zu mindestens fünf Kilowatt bei einem vierköpfigen Haushalt, jeweils für 50 Prozent Warmwasser-Autarkie. Soll der Solarstrom auch zur Heizung angeknüpft werden, sollte der spezifische Heizwärmebedarf eines Hauses 50 Kilowattstunden pro Quadratmeter nicht überschreiten. ■