

PVT-Wärmepumpensystem Solink

Bei Prüfungen, Tests und im Feld bewährt

KOMPAKT INFORMIEREN

Der PVT-Kollektor Solink von Consolar wurde speziell für die Kombination mit Sole/Wasser-Wärmepumpen entwickelt. Auf der Unterseite hat der Kollektor einen Luft/Sole-Wärmeübertrager mit 10-fach größerer Oberfläche. Auf der Oberseite produziert ein Photovoltaik(PV)-Modul Strom.

Das Wärmepumpensystem kommt so ohne Außengerät und damit ohne Geräuschquelle im Außenbereich und ohne Erdarbeiten zur Erschließung einer Wärmequelle aus.

In der Simulation und einer betreuten Anlage wurden hohe Systemjahresarbeitszahlen nachgewiesen. Durch eine Lastverschiebung lässt sich das System weiter optimieren. Alle erforderlichen Systemkomponenten stehen mit hohem Vorfertigungsgrad zur Verfügung.

1 Beispiele im Jahr 2018 realisierter Solink-Anlagen.

Dr.-Ing. Ulrich Leibfried

ist Gründer und Geschäftsführer der Consolar Solare Energiesysteme GmbH, 79539 Lörrach, anfragen@consolar.de, www.consolar.de

Dr.-Ing. Stephan Fischer

ist Leiter der Arbeitsgruppe „Komponenten- und Systemprüfung“ im Lehrstuhl für Heiz- und Raumlufttechnik an der Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE), 70550 Stuttgart, fischer@igte.uni-stuttgart.de, www.igte.uni-stuttgart.de

Dipl.-Ing. Sebastian Asenbeck

ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe „Gebäudeenergiesysteme“, im Lehrstuhl für Heiz- und Raumlufttechnik an der Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE), 70550 Stuttgart, sebastian.asenbeck@igte.uni-stuttgart.de, www.igte.uni-stuttgart.de

Elektrisch angetriebenen Wärmepumpen kommt bei der Wärmewende eine Schlüsselrolle zu. Um die Auswirkungen einer breiten Verwendung auf die öffentliche Stromversorgung klein zu halten, helfen energieeffiziente Systeme und ein möglichst hoher Anteil gebäudenah erzeugter Antriebsenergie. Gleichzeitig müssen die System- und Gesamtkosten für die Investoren attraktiv sein. Eine Antwort auf diese Anforderungen ist das PVT-Wärmepumpensystem Solink, das sich nach erfolgreicher Entwicklung und Systemvalidierung bereits in der Praxis bewährt.



Bild: Consolar



Bild: Architekturbüro Hölzle



Bild: Consolar



Bild: Consolar

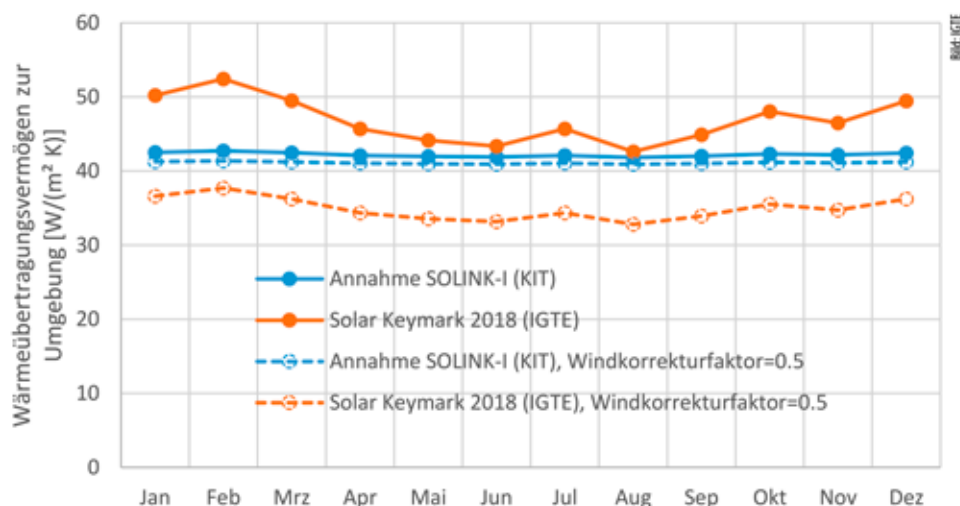
➔ Um die Dekarbonisierung der Energieversorgung für Raumwärme und Trinkwassererwärmung zu erreichen, wird davon ausgegangen, dass neben einer deutlichen Reduzierung des Wärmebedarfs durch die energetische Verbesserung der Gebäudehüllen sowie passiver und aktiver Solarwärmenutzung elektrisch betriebene Wärmeerzeuger – sprich Wärmepumpen – zukünftig in großem Maße eingesetzt werden [1].

Damit – insbesondere in Verbindung mit der Mobilitätswende – der hierdurch steigende Bedarf an elektrischer Energie nicht den Zuwachs an erneuerbar erzeugtem Strom übersteigt, sind Systeme nötig, die zum einen deutlich effizienter sind als heute übliche Luft/Wasser-Wärmepumpen, zum anderen sollte sichergestellt sein, dass der Stromverbrauch des Systems zumin-

dest bilanziell durch lokale regenerative Produktion gedeckt ist.

Speziell hierfür entwickelte PVT-Wärmepumpenkollektoren (PVT: Photovoltaik-Thermie) stellen neben Luft und Erdreich eine neue alleinige Wärmequelle für Wärmepumpen dar: Durch die kombinierte Nutzung von Umweltwärme und solarer Abwärme von PV-Modulen wird eine Versorgung ohne Bedarf an Erdsonden oder Niedertemperaturspeichern ermöglicht, bei höheren mittleren Temperaturen als dies bei einer Luft/Wasser-Wärmepumpe der Fall ist.

Gleichzeitig produzieren die PVT-Kollektoren elektrischen Strom – durch die Kopplung mit der Wärmepumpe mit höherem Ertrag als reine Photovoltaik(PV)-Module. Zwar wird der Strom zum größeren Teil dann produziert, wenn kein Heizbedarf vorhanden ist, bei entsprechen-



2 Wärmeübertragungsvermögen des Solink-PVT-Kollektors zur Umgebung für monatlich gemittelte Windgeschwindigkeiten am Standort Würzburg. Durchgezogene Linien: Windgeschwindigkeit nach Wetterdaten in 10 m Höhe. Gestrichelte Linien: Windgeschwindigkeit umgerechnet auf Kollektorebene (Paralldach), in Anlehnung an [5] abgeschätzt mit einem Windkorrekturfaktor von 0,5.

dem Lastmanagement mit Wärme- und Batteriespeicher kann der direkte Verbrauch aber zu 30 bis 50 % gedeckt werden [2]. In der gesamten regenerativen Stromerzeugung erfolgt aber ein guter Ausgleich der PV-Produktion mit der produzierten Windenergie, wenn der Ausbau beider Technologien im abgestimmten Maße weiter fortgeführt wird [1].

Projektbeschreibung Solink

Im Rahmen des mit Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt bearbeiteten Projekts Solink wurde von Consolar in Zusammenarbeit mit dem niederländischen Partner Triple Solar sowie wissenschaftlicher Unterstützung des KIT, Karlsruher Institut für Technologie, ein PVT-Wärmepumpenkollektor entwickelt und ab Winter 2016/17 erprobt [2]. Er kann aufgrund

seines hohen Wärmeübertragungsvermögens zur Umgebungsluft als einzige Wärmequelle für Wärmepumpen eingesetzt werden.

Innerhalb der zweiten Projektphase mit dem Institut für Gebäudeenergetik, Thermo-technik und Energiespeicherung (IGTE) als wissenschaftlichen und der Ruoff Energietechnik GmbH als Praxispartner wurde sowohl der Kol-



lektor als auch die gesamte Systemintegration für den Serieneinsatz entwickelt. Hierfür wurde von Triple Solar mit Unterstützung von Consolar im Jahr 2018 eine automatisierte Serienproduktion aufgebaut.

Kollektorprüfung

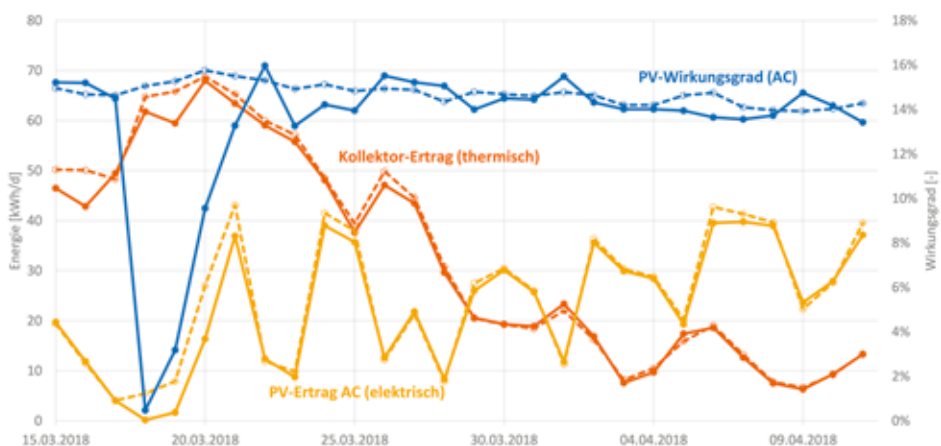
Die Serientauglichkeit des Kollektors wurde in 2018 mit der erfolgreichen Leistungs- und Qualitätsprüfung sowie Werksaudit gemäß Solar-Keymark-Zertifizierung nachgewiesen [3]. Die dabei ermittelten Kennwerte zeigen ein im Vergleich zu anderen üblichen PVT-Kollektoren wesentlich höheres Wärmeübertragungsvermögen zur Umgebungsluft und auch eine erhöhte Windabhängigkeit [4].



3 Im Monitoring betreute Solink-Anlage mit 40-m²-PVT-Kollektorfläche (links) und Komponenten (Kombispeicher, Wärmepumpe und Eisspeicher) (rechts).



4 Aufgeständerte Kollektormontage bei der untersuchten Anlage: Das geschlossene Aufständersprofil (Oberkante Kollektor) behindert die rückseitige Luftzirkulation.



5 Validierung der Systemsimulation anhand von Messdaten des Monitorings: Gute Übereinstimmung des thermischen Kollektorertrags mit entsprechend angepassten Kennwerten (gelb). Größere Abweichungen im PV-Ertrag (blau) gibt es nur zu Zeiten mit Schneebedeckung der Kollektoren – ein geeigneter Speicher für die Schneeabrutschfunktion ist in dieser Anlage noch nicht integriert.

Für die Windverhältnisse in Würzburg wird bei frei aufgestellten Solink-PVT-Kollektoren im Mittel ein Wärmeübertragungsvermögen von ca. $35...50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ erreicht, wobei der Wert aufgrund des Windeinflusses im Winter höher ist 1, was für viele Gebiete Deutschlands so zu erwarten ist. Dieser Effekt wirkt sich positiv auf die Gesamtsystemperformance aus, denn im Winter wird der größere Anteil der Wärme für den Wärmepumpenbetrieb über Wärmeentzug aus der Luft bereitgestellt.

Über die Solar Keymark-Prüfungen hinaus wurde an den Instituten ISFH und IGTE im Winter 2018/19 jeweils ein Test-Kollektorfeld intensiv hinsichtlich unterschiedlicher Einflussfaktoren auf die Kollektorkennwerte untersucht: Meteorologie, Dimensionierung, Montageart, Felddaufbau und Vereisung und anderes [4].

Grundsätzlich zeigen die bisherigen Ergebnisse einen robusten Betrieb des Systems auf, beispielsweise tritt keine den Luftaustausch verändernde Vereisung der Luftspalte zwischen den Wärmeübertragerlamellen auf. Die ermittelten Kennwerte ermöglichen eine gute Effizienz des Gesamtsystems. Die Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen, die noch ausstehenden Untersuchungen können voraussichtlich Ansätze für weitere Optimierungen des neuartigen Kollektortyps aufzeigen. Im Rahmen des Solink-Projekts ist geplant, diese Optimierungen

in einem überarbeiteten Design umzusetzen und hierfür einen erneuten Leistungs- und Qualitätstest durchzuführen.

Monitoring und Validierung des Simulationsmodells

Systemsimulation

Vom IGTE wird seit Winter 2017/18 eine Solink-Feldanlage in einem sanierten Einfamilienhaus im Großraum Stuttgart (Anlage Korb) messtechnisch überwacht und ausgewertet.

Auf der Basis der Messdaten für einen ausgewählten Zeitraum von Mitte März bis Mitte April 2018 erfolgte die Validierung der Systemsimulationen mit TRNSYS und Polysun.

Dieser Zeitraum deckt eine große Bandbreite möglicher Anlagenzustände ab, die sich aus unterschiedlichen Umgebungstemperaturen (Mittelwert $8,1^\circ\text{C}$, min. -6°C , max. 25°C), Windgeschwindigkeiten (Mittelwert $0,7 \text{ m/s}$, max. $6,1 \text{ m/s}$) und Einstrahlungsverhältnissen ergeben. Im März 2018 traten zudem einige Tage mit Schneefall und geschlossener Schneedecke auf.

Das Gebäude besitzt einen prognostizierten Gesamt-Wärmebedarf von $11\,100 \text{ kWh/a}$ für Raumheizung und Trinkwassererwärmung und wird durch eine Flächenheizung mit einer maximalen Vorlauftemperatur von 35°C beheizt. Es ist noch nicht bewohnt, wird aber regulär beheizt. Es besteht somit praktisch kein Warmwasserverbrauch, der Nachheizbedarf für das Warmwasser resultiert nur aus dem Vorhalten der Warmwassertemperatur im Kombispeicher.

Das Solink-Wärmepumpen-Heizsystem besteht in der hier eingesetzten Konfiguration aus einem PVT-Kollektorfeld (40 m^2 , Neigung 26°), einer 7-KW -Sole/Wasser-Wärmepumpe, einem 300-l -Eisspeicher und einem 1000-l -Kombispeicher 3.

Im TRNSYS-Simulationsmodell für das Solink-System wurde die Anlagenhydraulik und -regelung realitätsnah nachgebildet. Für den PVT-Kollektor wurden die im Rahmen einer erweiterten Solar-Keymark-Prüfung bestimmten thermischen Kollektor-Kennwerte [4] verwendet.

Abweichend von der Standard-Montage wurde der PVT-Kollektor bei der betreuten Anlage zusätzlich zur Dachneigung nochmals geringfügig aufgeständert; die dafür eingesetzten Aufständersprofile behindern die rückseitige

6 Umgebungsbedingungen und System-Kenngrößen der Anlage für das erste Betriebsjahr¹⁾

Bilanzierungszeitraum		Einstrahlungssumme in Kollektorebene in kWh/m²		Umgebungstemperatur ²⁾		Wind in Kollektor- ebene in m/s		
				min. in °C	Mittel in °C			
März 2018 bis Februar 2019		1484		− 9	13	0,6		
Nutzwärme in kWh	elektrische Energie in kWh					System-Jahres- arbeitszahlen		Nutzungsgrad PV
	Verbrauch System	davon E-Heiz- stab	PV-Ertrag (AC)	PV-Direkt- verbrauch	Netz- bezug	SJAZ	SJAZ_PVT	
13 581	3521	92	8128	612	2909	3,9	4,7	14 %

1) An wenigen Tagen wurden ausgefallene Messdaten durch Messdaten von Tagen des gleichen Monats ersetzt.

2) Ab September 2018 wurde die Umgebungstemperatur zusätzlich zu dem Außen-Wandfühler in Bodennähe auch auf dem Dach erfasst; für die Auswertung wurde der Minimalwert der beiden Temperaturfühler verwendet.

ge Luftzirkulation ❶ und reduzieren dadurch die thermische Leistungsfähigkeit des Kollektors. Für die Validierung der Systemsimulation wurden deshalb angepasste Kollektorkennwerte verwendet. Es wurde eine gute Übereinstimmung zwischen Simulation und Messdaten erreicht ❷.

Auf Basis der validierten TRNSYS-Simulationen wurde im zweiten Schritt das System im Simulationsprogramm Polysun abgebildet, angepasst und validiert. Auch hier wird bei identischen Vorgaben, insbesondere bezüglich Wetterdaten, Wärmelast des Gebäudes und deren zeitliche Verteilung über das Jahr eine akzeptable Übereinstimmung der System-Bewertungsgrößen SJAZ und SJAZ_PVT erreicht. Diese beiden Größen sind wie folgt definiert:

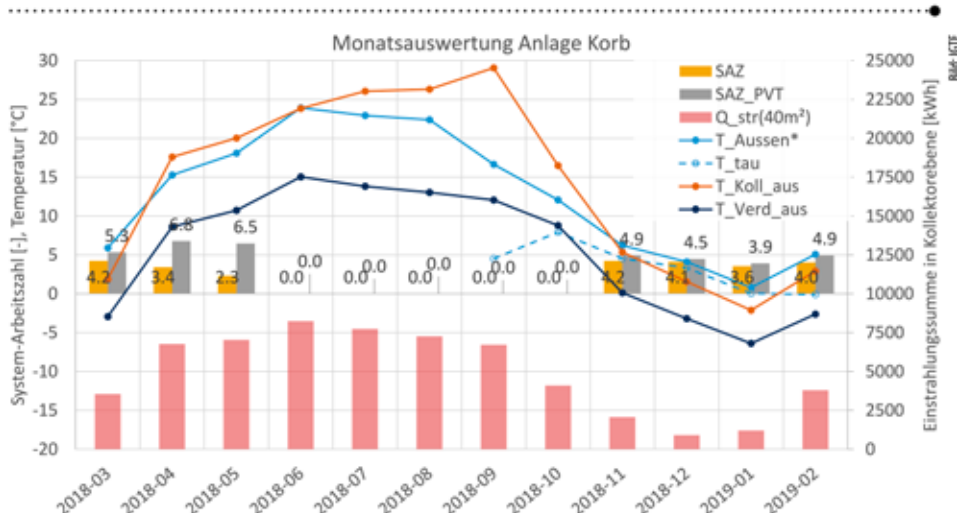
- Die System-Jahresarbeitszahl SJAZ stellt das Verhältnis der Nutzwärme (Warmwasser und Heizung) zum gesamten Stromverbrauch des Wärmeerzeugersystems, d. h., inkl. Pumpen, Regler, Ventilen und ggf. Elektroheizstab dar: $SJAZ = \text{Nutzwärme} / (\text{Stromverbrauch Heizsystem})$
- Bei der System-Jahresarbeitszahl mit Berücksichtigung des PV-Direktverbrauchs SJAZ_PVT wird der Anteil des PV-Ertrags erfasst, der direkt (d. h. zeitgleich) zum Betrieb des Heizsystems verwendet werden kann. Dieser wird nicht als Stromverbrauch (vom Netz) gewertet: $SJAZ_PVT = \text{Nutzwärme} / (\text{Stromverbrauch Heizsystem} - \text{PV-Direktverbrauch})$

Nach Vorliegen der Messdaten eines kompletten Jahres (siehe unten) wurden die Simulationsmodelle nochmals mit diesen Daten überprüft und validiert.

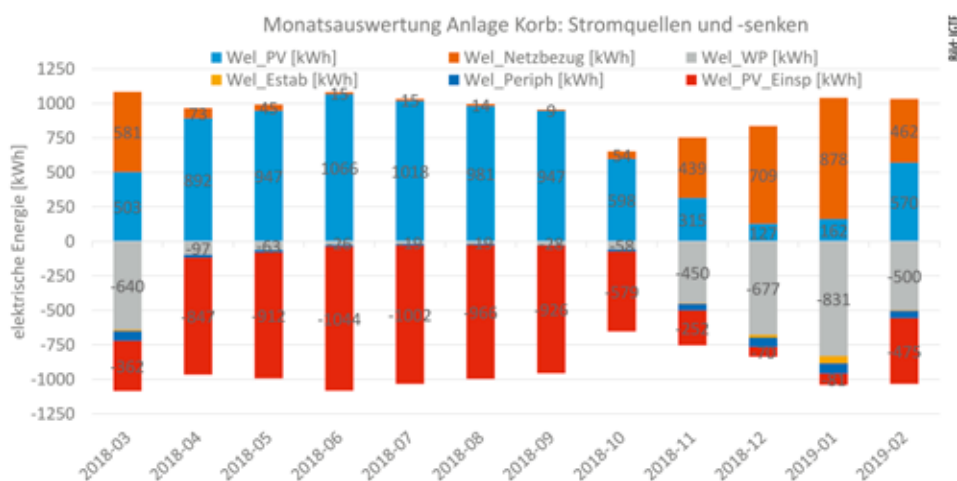
Jahresergebnisse

Die Messdaten eines kompletten Jahres wurden ausgewertet, ❸ zeigt die wichtigsten Ergebnisse. In ❷ sind die Monatswerte der System-Arbeitszahlen SAZ und SAZ_PVT aufgetragen, zusammen mit den mittleren Kollektortemperaturen, der mittleren Umgebungstemperatur und der monatlichen Einstrahlungssumme.

In den Wintermonaten (November bis Februar) liegt die System-Arbeitszahl meist über 4. Dagegen sinkt sie im April auf 3,4 und im Mai auf nur 2,3 ab. Dies liegt daran, dass in diesen Monaten der Heizungsverbrauch gering wird und die Wärmepumpe nur noch wenig läuft und wenn, dann vor allem für das Nachheizen des WW-Bereitschaftsteils des Speichers. Bei der WW-Nachheizung steht aber dem Stromverbrauch, da kein Warmwasser entnommen wird, kein Nutzen gegenüber. Der Stromverbrauch hierfür und für Peripherie (Umwälzpumpen, Regler, Ventile und Pumpen) fällt deshalb überproportional ins Gewicht. In den Sommer-



❷ Monatsliche Auswertung der System-Arbeitszahlen ohne (SAZ) und mit Berücksichtigung des PV-Direktverbrauchs (SAZ_PVT), der Einstrahlungssumme in Kollektorebene ($Q_{str}(40\text{ m}^2)$), der mittleren Umgebungstemperatur ($T_{Aussen*}$, siehe Fußnote 2 in Tabelle 6), der mittleren Kollektor-Austrittstemperatur im Solar-Betrieb ($T_{Koll_auß}$) und der mittleren Verdampfer-Austrittstemperatur im WP-Betrieb ($T_{Verd_auß}$). Ab September 2018 zusätzlich der mittlere Taupunkt der Umgebungsluft (T_{tau}).



❸ Monatsliche Auswertung der Stromquellen- und -senken des Solink-Systems: PV-Ertrag (Wel_PV) und berechneter Netzbezug (Wel_Netzbezug), Stromverbrauch von Wärmepumpe (Wel_WP) und Elektroheizstab (Wel_Estab), Stromverbrauch für zusätzliche Pumpen und Ventile (Wel_Periph) sowie berechnete Netzeinspeisung (Wel_PV_Einsp).

monaten gibt es weder Heiz- noch Warmwasserverbrauch – und damit auch keine sinnvollen Systemarbeitszahlen.

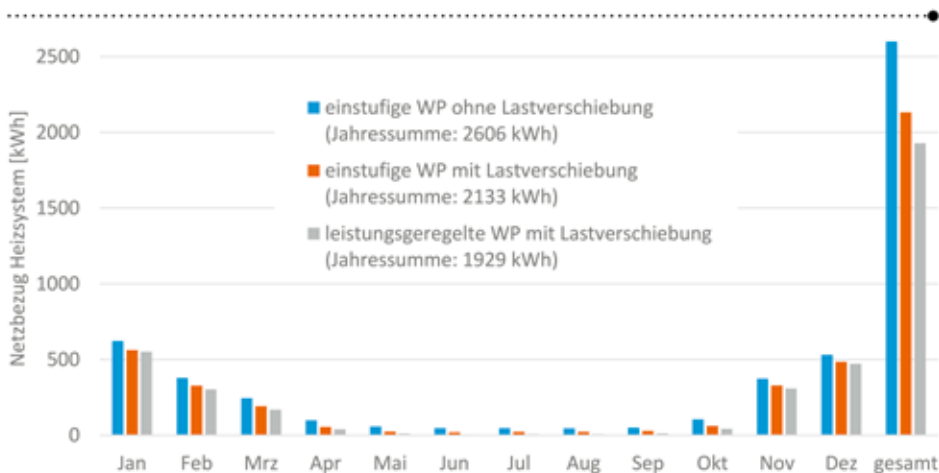
Ein normaler Warmwasserverbrauch würde im Sommer eine Nutzung des PV-Ertrags ermöglichen und zu hohen Werten für SAZ_PVT führen. Simulationsrechnungen zeigen, dass im Jahresmittel durch Warmwasserverbrauch die System-Jahresarbeitszahl zwar geringfügig sinken würde (ca. 0,1) wegen der ungünstigeren Betriebszustände der Wärmepumpe, die System-Jahresarbeitszahl mit PV-Berücksichtigung aber geringfügig stiege (ebenfalls ca. 0,1).

❷ zeigt auch, dass die mittlere Kollektoraustrittstemperatur in den Monaten April bis

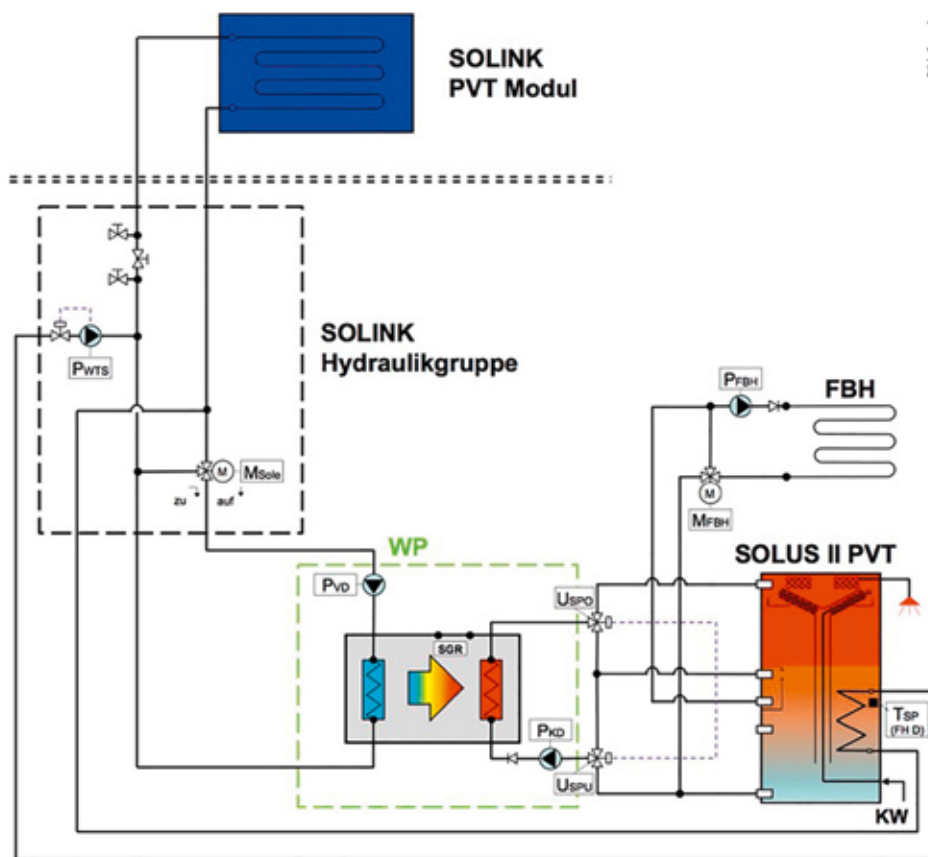
Oktober über der Umgebungstemperatur liegt, in den anderen Monaten um 2 bis 5 K darunter. Hierbei sind nur Zustände mit Wärmepumpenbetrieb berücksichtigt.

❸ zeigt die monatliche Auswertung der Stromquellen- und -senken des Solink-Systems: PV-Ertrag und Netzbezug, Stromverbrauch von Wärmepumpe und Elektroheizstab, Stromverbrauch für zusätzliche Pumpen und Ventile sowie die Netzeinspeisung. Diese und auch die tagesgenaue Auswertung zeigen ein hohes Potenzial für ein intelligentes Energiemanagement-System:

An einer Vielzahl von Tagen könnte bilanziell ein Teil des Netzbezugs (orange) durch die noch vorhandene Netzeinspeisung (rot) eingespart



9 Monatlicher verbleibender Netzbezug des Solink-Referenz-Heizsystems (28 m² Kollektorfläche, Wärmepumpe mit Leistungsregelung zwischen 30 und 100 %) für unterschiedliche Varianten von Wärmepumpenbetrieb und Lastverschiebung.



10 Hydraulikschemata einer Solink-Anlage mit Dreiwegmischventil M_Sole zur Eintrittstemperaturbegrenzung an der Wärmepumpe und Anschlüssen an einen Wärmeübertrager im unteren Bereich des Kombispeichers für Enteisungs- und Schneeabrutschfunktion. Die dafür notwendigen Armaturen sind Bestandteil der Solink-Hydraulikgruppe.

werden. In der kommenden Heizperiode soll der installierte Energiemanager aktiviert werden und zukünftig eine entsprechende thermische Lastverschiebung mit Wärmepumpe und dem vorhandenen Kombispeicher realisieren. Simulationen lassen erwarten, dass die System-Jahresarbeitszahl mit PV-Berücksichtigung dadurch deutlich höher ausfallen wird, vgl. auch 9.

Systemintegration

Geeignete Sole/Wasser-Wärmepumpen

Grundsätzlich können die Solink-Wärmepumpenkollektoren mit jeder herkömmlichen Sole/Wasser-Wärmepumpe gekoppelt werden. Neben wenigen, in weiter unten beschriebenen hydraulischen und regelungstechnischen Maß-

nahmen ist allerdings Voraussetzung für einen effizienten Betrieb, dass die Wärmepumpe bei tieferen Wärmequellentemperaturen arbeiten kann, als sie bei Erdsonden üblich sind. Von milderen Gegenden (z. B. in Meeresnähe) abgesehen, sollte die Wärmepumpe in Deutschland eine minimale Sole-Eintrittstemperatur von ca. –15 °C ermöglichen. Mehrere Wärmepumpenanbieter bieten solche Wärmepumpen mittlerweile an.

Besonders vorteilhaft sind Wärmepumpen mit Leistungsregelung. Das hat zwei Gründe: Eine einstufige Wärmepumpe, die für die maximale Heizlast ausgelegt ist, liefert bei höheren Umgebungstemperaturen bis zu einem Vielfachen der benötigten Heizleistung, sodass die Wärmepumpe nur kurze Zeit läuft, taktet, und in dieser Zeit der Temperaturabfall am Kollektor, im Verdampfer und gegebenenfalls im Wärmeübertrager eines Warmwasserspeichers größer als bei angepasster Leistung ist.

Weiterhin ermöglicht ein modulierender Betrieb die Anpassung der elektrischen Leistungsaufnahme der Wärmepumpe an den aktuellen PV-Stromertrag. 9 zeigt anhand einer Simulationsstudie das Potenzial der Stromeinsparung (Netzbezug), das sich hieraus ergibt. Bei der Simulation wurde die oben beschriebene verbesserte Effizienz in den Wärmeübergängen und damit dem COP nicht berücksichtigt.

Bei PV-Überschussstrom erfolgt eine Lastverschiebung, der Kombispeicher wird auf Vorrat beladen (bis max. 56 °C). In den Sommermonaten kann damit der Netzstrombezug auf nahezu Null reduziert werden, im Jahresmittel wird er um etwa 10 % gegenüber Lastverschiebung einer unregelmäßigen Wärmepumpe verringert. Um den gleichen Wert der SJAZ_PVT einer einstufigen Wärmepumpe zu erreichen, kann im Beispiel die Kollektorfläche um etwa ein Drittel reduziert werden.

Regler und Hydraulik für Kombination mit Standard-Wärmepumpen

Um Solink-Kollektoren mit einer Sole/Wasser-Wärmepumpe betreiben zu können, sind folgende Vorkehrungen nötig:

- Begrenzung der Sole-Eintrittstemperatur auf die für die Wärmepumpe maximal zulässige, insbesondere beim Anlagenstart im Sommer.
- Vorkehrung zur Enteisung und Schneeabrutschen. Beide Effekte (Eis und Schnee) werden im Rahmen des Solink-Projekts untersucht, ggf. kann in einigen Regionen und Fällen darauf verzichtet werden.

10 zeigt als Beispiel das Hydraulikschemata einer Solink-Anlage mit Dreiwegmischventil im Solekreis zur Temperaturbegrenzung. Der Kombispeicher ermöglicht die Verlängerung



11 Solink-Anlage mit Schnee. Die Rückseite mit der Wärmeübertragungsfläche zur Luft ist frei.

Bild: Rudolf Energietechnik

der Wärmepumpenlauf- und -stillstandszeiten, kann weiterhin zur Lastverschiebung (Energie-management) genutzt werden (siehe oben) und dient als Wärmereservoir für Enteisung oder Schneeabrutschen. Über den Wärmeübertrager kann der Kombispeicher in den Sommermonaten auch direkt von den Solink-Kollektoren vorgewärmt werden, allerdings ist der Nutzen vergleichsweise gering.

Grundsätzlich sind, falls auf diese Funktionen verzichtet werden kann, auch einfachere Verschaltungen, beispielsweise nur mit Warmwasserspeicher und ohne Heizungspufferspeicher ausführbar. Darüber hinaus sind zahlreiche weitere Hydrauliken möglich.

Zur einfachen Realisierung der beiden Funktionen – Temperaturbegrenzung und Enteisung – wurde zusammen mit einem Hersteller von Armaturen und Pumpengruppen eine vorgefertigte Hydraulikgruppe in zwei Größen entwickelt.

Auch die notwendigen regelungstechnischen Funktionen einschließlich automatischer Plausibilitäts- und Fehlerkontrolle und der Möglichkeit zur Online-Überwachung wurden entwickelt und programmiert. Der Solink-Ergänzungsregler ermöglicht weiterhin den Betrieb von Solink-Kollektoren in Kombination mit Erdsonden, eine Anwendung, die insbesondere beim Austausch alter Wärmepumpen durch eine effizientere interessant ist, um die dann meist unterdimensionierte Erdsonde zu unterstützen. Die gleiche Logik kann auch für den Einsatz von Solink in kalten Nahwärmenetzen angewendet werden. Diese Kombination ermöglicht Netze, in denen auf Erdsonden verzichtet werden kann.

Es ist davon auszugehen, dass interessierte Wärmepumpenhersteller zumindest die wichtigsten der obigen Funktionen in Zukunft in die Regellogik des Wärmepumpenreglers aufnehmen, sodass mittelfristig der Ergänzungsregler entfallen könnte.

Felderfahrung und Ausblick

Bis Ende 2018 wurden durch Triple Solar, Consolar und deren Vertriebspartner über 50 Anlagen realisiert. Bei zwei Anlagen lag während zwei Wochen über 1 m hoher Schnee 11. Der Betrieb der Anlagen über den Winter 2018/19 verlief – von Installationsfehlern, wie das Befüllen mit falschem Frostschutzmittel abgesehen – störungsfrei und zur Zufriedenheit der Kunden.

Das Solink-System hat sich sowohl im Rahmen der detaillierten wissenschaftlichen Prüfungen und Untersuchungen, der tiefgehenden Analyse einer Anlage im Feld über mehr als ein Jahr als auch bei mittlerweile zahlreichen weiteren Kundenanlagen bewährt. Die produktionstechnischen Grundlagen für ein starkes Stückzahlenwachstum wurden geschaffen, was aufgrund des starken Interesses am Markt zu erwarten ist.

Parallel zur Markteinführung des jetzigen Serienstands wird das System im Rahmen des Solink-Projekts weiter optimiert. ●

Literatur

- [1] Henning, Hans-Martin: Energiesystem Deutschland 2050 – Zur Rolle von Erdgas und „grünem“ Gas in der Energiewende. Berlin: Berliner Energietage 2018, 9. Mai 2018
- [2] Leibfried, Ulrich; Wagner, Andreas; Abdul-Zahra, Amar: Hocheffiziente, auf intelligenter Verknüpfung von PVT- und Wärmepumpentechnik basierende Wärmeversorgung für Gebäudebestand und Neubau. Karlsruhe, Lörrach: Teil 1 Abschlussbericht DBU-Projekt 33226/01, 4. August 2017
- [3] Prüfbericht zur Solar-Keymark-Prüfung (Solink-PVT-Kollektor der Fa. Consolar) am IGTE, Stuttgart, Universität Stuttgart, 2018, noch nicht veröffentlicht
- [4] Lampe, Carsten; Kirchner, Maik; Littwin, Matthias; Giovannetti, Federico; Asenbeck, Sebastian; Fischer, Stephan: Experimentelle Untersuchungen an Testfeldern mit Solink-photovoltaisch-thermischen Kollektoren. Bad Staffelstein: Symposium Thermische Solarenergie 2019, 21. bis 23. Mai. 2019
- [5] Helbig, S.; Kirchner, M.; Giovannetti, F.; Lampe, C.; Littwin, M.; Kastner, O.: PVT-Kollektoren als bisolare Wärmepumpenquelle – Ein Simulationsvergleich zwischen Polysun und TRNSYS. Bad Staffelstein: Symposium Thermische Solarenergie 2018, 13. bis 15. Juni 2018