

SOLARTHERMIE

Es ist der Traum vieler Hausbesitzer, ihren Energiebedarf vollständig mit erneuerbarer Energie zu decken. Im Projekt «Soleheap» (solar enhanced heat pump) wurde untersucht, ob Solarwärme im Verlauf eines Jahres genügend Energie liefern kann, wenn dank einer Wärmepumpe auch tiefere Kollektortemperaturen genutzt werden können. Es hat sich gezeigt, dass die solare Vorerwärmung der Quelle der Wärmepumpe die Jahresarbeitszahl verbessert. Thermische Solaranlagen können so zur Reduktion des Winterstrombedarfs beitragen.

GESCHICKTE KOMBINATION FÜHRT ZUM ERFOLG

TEXT: HERBERT GÜTTINGER,
QUIDCONSULT, ELGG/REDAKTION

In der Literatur ist das Konzept der solaren Unterstützung von Wärmepumpenheizungen zwar untersucht, aber selten realisiert und dokumentiert worden. Insbesondere die Grösse der solaren Erträge auf niedrigem Temperaturniveau, die konvektiven Gewinne und die Auswirkungen auf die Leistung der Wärmepumpen sind wenig bekannt. Beim Ersatz der Ölheizung in einem Einfamilienhaus in Elgg 2019 kam das Konzept durch ein System mit Wärmepumpe und solar gespeisten Speichern als Quelle für die Wärmepumpe zum Einsatz. Die an der Südfassade installierten Solarabsorber ermöglichen eine konvektive Wärmeabgabe aus der Luft, auch wenn die Sonne nicht scheint. Im Projekt «Soleheap» wurde untersucht, wie viel Energie die verglasten Sonnenkollektoren auf dem Dach und wie viel die unverglasten Solarabsorber an der Südfassade des Hauses im Jahresverlauf effektiv liefern können und ob mit Speichern auch kalte Perioden mit wenig Sonne überbrückt werden können. Dank Unterstützung des Amtes für Abfall, Wasser, Energie der Bau- und Energieverwaltung des Kantons Zürich (AWEL), Abteilung Energie und Luft, konnte die Anlage mit den nötigen Messeinrichtungen ausgestattet werden.

WÄRMEPUMPENHEIZUNG NUR MIT SOLARTHERMIE

Früher sorgte im 1995 in Fertigbauweise aus Holz erstelltes Einfamilienhaus ein ölbefeuertes 16-kW-Schuster-Solarkessel für Wärme. Der Heizöltank fasste mit 2 m³ etwas mehr als den Jahresbedarf von 1400 bis 1600 Litern Heizöl. Auf dem Süddach sind sechs Schweizer Sonnenkollektoren mit 9 m² Fläche montiert. Heizung und Brauchwarmwasser benötigten bei einer

Energiebezugsfläche von 150 m² durchschnittlich 15 000 kWh/a, also 100 kWh/m² pro Jahr. Auf dem West- und dem Ostdach ist eine 5,85-kWp-Photovoltaikanlage installiert. Im Wohnzimmer steht zudem ein Mantelspeicherofen mit einer Heizleistung von 2,5 kW. 2018 wurden das Dach und der Estrichboden nachisoliert und 2019 neue Fenster mit Dreifachverglasung eingebaut. Die dadurch erreichte Einsparung an Primärenergie liegt bei 10%. Der Ölkessel wurde im Oktober 2019 durch eine Wärmepumpe ersetzt, die als Wärmequelle Solespeicher nutzt. Diese werden sowohl durch die bestehenden verglasten Sonnenkollektoren als auch durch die neu installierten Solarabsorber an der Südfassade erwärmt. Die Idee dahinter war, dass Sonnenkollektoren im Winter bis 30 °C warmes Wasser erzeugen, dieses aber wegen des tiefen Temperaturniveaus nicht direkt genutzt werden kann. In Kombination mit Wärmepumpen hingegen können sie einen signifikanten Beitrag zur Wärmeversorgung leisten. Michael Woodtli und Arthur Huber, Huber Energietechnik AG, haben das hydraulische Konzept erarbeitet. Urs Jaeggi, Jaeggi Gmünder Energietechnik AG, hat es mit seinen Mitarbeitern realisiert.

BILANZ NACH ZWEI BETRIEBSJAHREN

Die Wärmepumpe hat eine Leistung von 7,7 kW, was der Hälfte des überdimensionierten Ölkessels entspricht. Sie nutzt die beiden Verdampferspeicher als Wärmequelle und kann Temperaturen von -6 °C bis 20 °C nutzen. Die maximale Vorlauftemperatur liegt bei 65 °C. Die erzeugte Wärme wird in den Brauchwarmwasserspeicher und die beiden Heizungspeicher eingespeist. Die Wärmepumpe ist so eingestellt, dass sie bei einer Temperatur der Verdampferspeicher von -3 °C startet und



Foto: Herbert Güttinger

Die an der Südfassade installierten Solarabsorber ermöglichen eine konvektive Wärmeabgabe aus der Luft, auch wenn die Sonne nicht scheint.

Soletemperaturen von bis zu -6 °C nutzt. Die fünf Speicher haben ein Volumen von je 1 m³. Das Warmwasser wird im Sommer hauptsächlich durch die Sonnenkollektoren auf dem Dach erwärmt. Diese verfügen über eine eigene Kreislaufpumpe. Wegen Kondensationsproblemen kann die Eintrittstemperatur bei den Kollektoren nicht unter die Aussentemperatur gesenkt werden. Damit reduziert sich die nutzbare Temperaturdifferenz und entsprechend der Ertrag im Winterhalbjahr. Die unverglasten Solarabsorber an der Südfassade ermöglichen die Nutzung von Solar- und Konvektionswärme und liefern im Winter den Hauptanteil der Quellenenergie. Die Verdampferpumpe dient gleichzeitig als Pumpe für den Absorberkreislauf. Sie läuft deshalb auch, wenn die Wärmepumpe nicht in Betrieb ist. Die Temperatur der Solarabsorber fällt in der kalten Jahreszeit häufig unter den Gefrierpunkt. An den Oberflächen der Absorber bildet sich dann eine Eisschicht. Dadurch wird nicht nur Konvektionswärme aus der Luft, sondern auch Kristallisationswärme der Luftfeuchtigkeit genutzt. Durch das ganze Jahr hindurch gewinnt das System genügend Energie und erreicht mit 5,3 eine hohe Arbeitszahl. Kritisch sind wenige kalte und sonnenarme Tage im Winter, an

denen die Leistung ungenügend ist. Die Speicherkapazität hat sich als zu klein erwiesen, um solche Tage zu überbrücken. Es muss mit Holz nachgeheizt werden. Zudem war es in den ersten zwei Betriebsjahren noch notwendig, die elektrischen Heizstäbe für das Brauchwarmwasser und für die Heizung zuzuschalten. Die Steuerung muss noch weiter optimiert werden.

WICHTIGE ERTRÄGE IM WINTER

Der Ertrag der Solarabsorber lag in den zwölf Monaten vom 1. Mai 2020 bis zum 30. April 2021 bei 524 kWh/m² und derjenige der Sonnenkollektoren bei 711 kWh/m². Für Soleheaps sind aber vor allem die Erträge im Winter wichtig und dort sind sie wesentlich höher als bei anderen Pilotprojekten. Im Januar 2021 lieferten die Solarabsorber 69 kWh/m² und die verglasten Sonnenkollektoren 8 kWh/m². Die Hypothese, dass mit einer Senkung der Vorlauftemperatur der thermischen Kollektoren durch die Wärmepumpe eine höhere Leistung erreicht wird, wird damit bestätigt. Die PV-Anlage lieferte im gleichen Monat lediglich 0,24 kWh/m². Der Strombedarf für die Liegenschaft betrug im Jahr 2020 insgesamt 7228 kWh. Das sind rund 5000 kWh mehr als in den Jahren vor Inbetriebnahme der Wärmepumpenheizung. Durch Optimierungen konnte der Strombedarf für Heizung und Warmwasser in der Periode vom Mai 2020 bis April 2021 von 5000 kWh auf 4394 kWh reduziert werden. Die 2014 gebaute PV-Anlage

produziert jährlich durchschnittlich 3760 kWh. 2020 konnten davon 1539 kWh als Eigenverbrauch genutzt werden.

Auch die zweite Arbeitshypothese, dass dank der solaren Erhöhung der Quelltemperatur der Coefficient of Performance (COP) und damit auch die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe erhöht und damit der Strombedarf gesenkt werden kann, hat sich mit der hohen Jahresarbeitszahl von 5,3 bestätigt. Vor allem die Vorlauftemperaturen von 15° bis 20°C im Sommerhalbjahr tragen dazu bei. In den Monaten November bis Januar ist der COP etwas tiefer. Bei Erdsondenwärmepumpen sind die Quellentemperaturen von Mitte November bis Mitte Februar zwar höher als bei Soleheaps, aber in den übrigen Monaten tiefer. Luftwärmepumpen müssen vor allem im Winter mit tieferen Quellentemperaturen auskommen.

DAS SYSTEM FUNKTIONIERT

Der Strombedarf einer Wärmepumpenanlage für Heizung und Warmwasser kann sowohl durch gebäudetechnische Massnahmen als auch durch Effizienzsteigerung der Wärmeerzeugung gesenkt werden. In der Energiewende kommt der Reduktion des Stromverbrauchs in der kalten Jahreszeit eine besondere Bedeutung zu. Bei Ausschöpfung der Möglichkeiten kann man den Stromverbrauch einer Wärmepumpenanlage für Heizen und Warmwasser auf 2000 kWh/a senken. Das Potenzial einer kombinierten Nutzung

von Solarenergie, Wärmepumpen und Speicherung ist vor allem im Winter gross. Der Strombedarf kann gegenüber jenem konventioneller Wärmepumpenanlagen um bis zu 40% vermindert werden. Dies könnte bei Sanierungen günstiger sein als Gebäudeisolierung. Bei Neubauten mit niedrigem Energiebedarf ist Soleheaps eine gute Lösung, da sowohl Solaranlagen wie auch Speicher bei der Planung optimal dimensioniert werden können. Die thermische Solaranlage liefert im Sommer zudem noch das Warmwasser. Eine solare Aufwärmung des Verdampfervorlaufs könnte auch als Alternative oder Ergänzung zur Erdsondenregeneration dienen. Bei gleichzeitiger Schonung der Erdsonde sind höhere Arbeitszahlen möglich.

Das vorgestellte Projekt ist ein auf die spezifische Situation zugeschnittener Prototyp und entsprechend noch verbesserungsfähig. Die Kosten für eine solche Anlage entsprechen in etwa denjenigen einer Erdsonden-Wärmepumpen-Anlage. Praxisorientierte Forschung, Entwicklung sowie der Bau und Betrieb von solchen Pilot- und Demonstrationsprojekten im Gebäudetechnikbereich sind in der stark fragmentierten Branche schwierig. Die Praxis und die Forschungsstellen, insbesondere an den Fachhochschulen, sollten noch mehr unterstützt beziehungsweise gefördert werden.

Vollständiger Bericht: www.zh.ch/energie

Monatlicher Energieinput beim Einfamilienhaus Winzerstrasse 9.

