

Richtig eingebunden steigert ein Kombi-Schichtenspeicher die Effizienz eines solarthermischen Wärmepumpen-Heizsystems. Im unteren Teil sitzt der Solarwärmetauscher.

Mehr Solarwärme, weniger Wärmepumpenstrom

Die intelligente Kombination von Solarthermie und Wärmepumpe eröffnet im Gebäudebestand erhebliche Effizienzpotenziale – vorausgesetzt, die Systemintegration stimmt. Ein Beispiel zeigt, wie sich durch einen speziell ausgelegten Kombispeicher solare Erträge maximieren und der Strombedarf der Wärmepumpe senken lassen. Im Fokus: gezielte Schichtung, große Tauscherflächen und hydraulische Entkopplung.

Die effiziente Kopplung von Solarthermie und Wärmepumpen stellt eine zentrale Herausforderung dar und bietet zugleich ein großes Potenzial für die Wärmewende im Gebäudebestand. Während Wärmepumpen bei niedrigen Vorlauftemperaturen besonders effizient arbeiten, ermöglicht Solarthermie die direkte Bereitstellung von Wärmeenergie nahezu ohne elektrischen Einsatz. Nicht allein die installierte Kollektorfläche entscheidet über die Systemeffizienz, sondern die hydraulische und thermische Integration beider Systeme. Ein Praxisprojekt zeigt exemplarisch, wie sich durch den Einsatz eines Link3-Kombispeichers Comfortlink-Sun hohe solare Ausnutzungsgrade erreichen ließen und gleichzeitig der Strombedarf der Wärmepumpe signifikant gesenkt werden konnte.

Sanierungsmaßnahmen

Ein Wohngebäude aus dem Jahr 1847 wurde über mehrere Jahrzehnte schrittweise modernisiert. In den Neunzigerjahren wurde ein Schichtenspeicher zusammen mit 5,9 Quadratmeter Vakuumkollektoren inklusive Heizungsregelung installiert. Das Solarsystem senkte den Heizölverbrauch von 4.570 auf 3.065 Liter pro Jahr. Weitere Sanierungsmaßnahmen wie Fenstertausch und Dämmung reduzierten den Verbrauch auf 2.830 Liter jährlich. Die Heizungsanlage arbeitete bereits mit relativ niedrigen Vorlauftemperaturen zwischen 39 und 54 Grad Celsius. 2025 wurde die Heizung komplett ausgetauscht. Das neue erneuerbare System besteht aus:

- ▶ Luft/Wasser-Wärmepumpe (Lambda EU13L von ZewoTherm)
- ▶ bereits vorhandenen Vakuumröhrenkollektoren (Sydney SK-6 von Microtherm): 5,9 m²
- ▶ Kombispeicher (Comfortlink-Sun von Link3): 900 l
- ▶ Photovoltaik: 16,5 kW_p
- ▶ Batteriespeicher: 10 kWh

Die Kombination senkte die Heizkosten von 2.800 auf 1.270 Euro pro Jahr, was einer Einsparung von etwa 55 Prozent entspricht. Die Heizlast des Gebäudes liegt bei zwölf Kilowatt, die spezifische Heizlast bei 32 Watt pro Quadratmeter.

Das zentrale Element der Anlage bildet der Kombispeicher, der mehrere Komponenten in einem Bauteil vereint:

- ▶ definierte Zonierung für Temperaturschichtung
- ▶ Gegenstrom-Wärmetauscher für Solarthermie
- ▶ Gegenstrom-Wärmetauscher zur Frischwasserbereitung im Durchlaufprinzip
- ▶ Ausdehnungsgefäß (integriert)

Die Verrohrung verläuft über den Speicherboden, was thermische Verluste durch Kamineffekte minimiert, unerwünschte Eigenzirkulationen verhindert und eine kompakte sowie saubere Installation ermöglicht. Die Anlage arbeitet mit zwei gemischten Heizkreisen mit Vorlauftemperaturen von 33 bis 45 Grad Celsius und schafft damit ideale Bedingungen für den Wärme-

pumpenbetrieb. Die große Wärmetauscherfläche von 7,4 Quadratmeter ermöglicht eine Warmwasserbereitung bei nur 48 Grad Celsius.

Funktionsweise des Solarwärmetauschers

Der im Speicher integrierte Solarwärmetauscher arbeitet im Gegenstromprinzip. Das vom Kollektor kommende Solarfluid wird entgegen der Fließrichtung des Heizungswassers geführt. Entscheidend ist, dass das Heizungswasser gezielt aus der unteren, kalten Speicherzone entnommen wird. Dadurch bleibt die Temperaturdifferenz über die gesamte Wärmetauscherlänge hoch, sodass die Wärme besonders effektiv übertragen wird.

Das erwärmte Heizungswasser steigt anschließend entsprechend seiner Temperatur in die passende Schicht des Speichers auf. Gleichzeitig sinkt das abgekühlte Wasser wieder nach unten ab. Dieser Prozess stabilisiert die Schichtung. Im Gegensatz zu klassischen Systemen lässt sich die Solarenergie bereits bei niedrigen Kollektor-



Bild: Martin Gartzke

Der Kombispeicher steht im neuen Heizraum auf einem Podest, damit die Anschlüsse darunter verlegt werden können.



Bild: Martin Gartzke

Das untersuchte Gebäude mit Solarkollektoren und Photovoltaikmodulen auf dem Dach

temperaturen nutzen. Dies verlängert sowohl die tägliche als auch die saisonale Laufzeit der Solarthermie erheblich.

Ursachen für hohe solare Ausnutzungsgrade

Hohe solare Deckungsanteile resultieren aus mehreren ineinandergreifenden Effekten.

- ▶ **Tiefenentladung des Speichers:** Durch die Frischwasserbereitung im Gegenstromprinzip wird der Speicher bis nahe an die Kaltwassertemperatur entladen. Dadurch entsteht ein großes Temperaturgefälle zwischen Speicher und Kollektor, was den Solarertrag deutlich erhöht.
- ▶ **Stabile Schichtung (Laminarstromkonzept):** Der Speicher ist in mehrere turbulenzgekoppelte Zonen unterteilt. Schichttrennplatten verhindern Durchmischung und sogenannte Walzenbildung. Dadurch bleiben niedrige Temperaturen im unteren Bereich erhalten – eine zentrale Voraussetzung für hohe Solarerträge.
- ▶ **Hydraulischer Nullpunkt:** Alle Erzeuger- und Verbraucherkreise sind hydraulisch entkoppelt. Dadurch werden unerwünschte Temperaturvermischungen und Volumenstromkonflikte vermieden.
- ▶ **Große Wärmetauscherflächen:** Mit 3,7 Quadratmeter für die Solarwärme und 7,4 Quadratmeter für die Warmwasserbereitung steht ausreichend Übertragungsfläche zur Verfügung, um auch bei niedrigen Temperaturdifferenzen hohe Leistungen zu erzielen.

Betriebsverhalten und Optimierung

Die praktische Betriebsführung verdeutlicht die Vorteile der Systemarchitektur. Ein zentrales Thema ist das Abtauverhalten der Wärmepumpe. Bei Temperaturen um den Gefrierpunkt, hoher Luftfeuchtigkeit, Nebel oder Eisregen kann der Verdampfer einer Luft/Wasser-

Wärmepumpe zufrieren. Um die Heizleistung aufrechtzuerhalten, muss die Wärmepumpe das Eis regelmäßig abtauen. Die Wärmepumpe kehrt den Kältemittelkreislauf um und entzieht Wärme, um das Eis von außen abzuschmelzen.

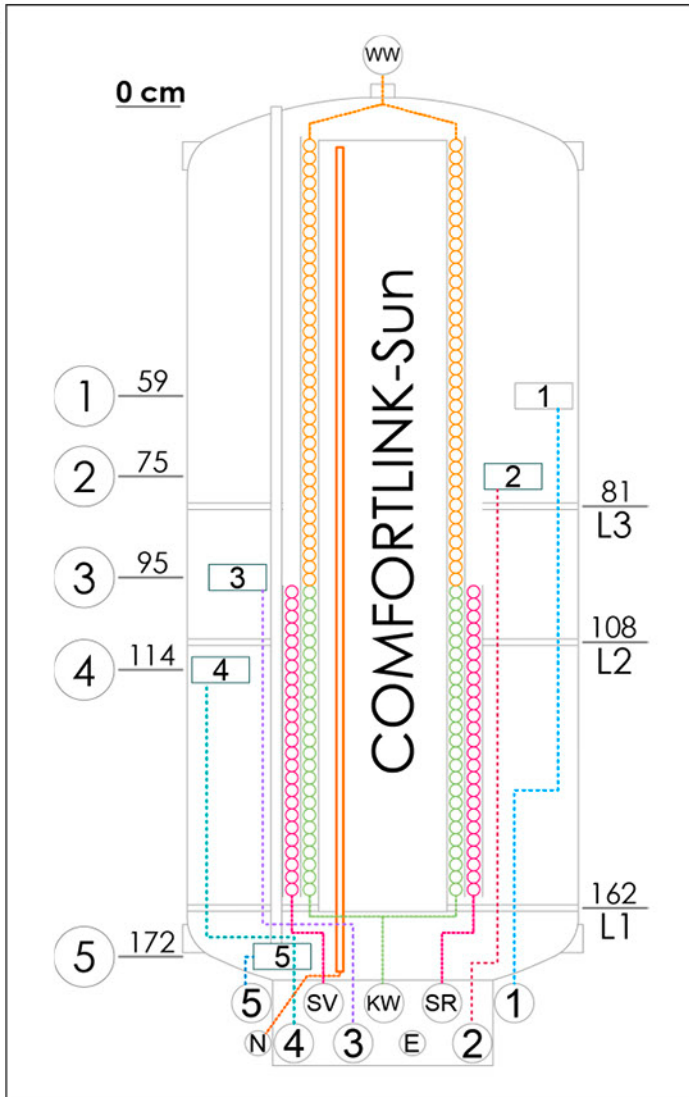
Während dieser Zeit kühlt das Heizwasser im Speicher ab. Ist der Temperaturfühler am Speicher zu hoch positioniert, registriert er schnell das abkühlende Wasser und schaltet die Wärmepumpe zu früh oder zu oft ein. Durch Verschieben des Fühlers kann die Wärmepumpe die Schichtung im Speicher besser nutzen. Sie schaltet erst dann ein, wenn wirklich ein Großteil des Puffervolumens abgekühlt ist. Dadurch wird der Einsatz des elektrischen Heizstabs deutlich reduziert.

Zudem ermöglicht es die flexible Fühlerpositionierung, die Speicherbewirtschaftung anzupassen. Das erlaubt es, sowohl Heizbetrieb als auch Warmwasserbereitung zu optimieren. Denn ist der Fühler zu hoch platziert, denkt die Heizung, der Speicher sei leer, und heizt un-



Bild: Martin Gartzke

Die Wärmepumpe fand ihren Platz neben dem Heizungsraum.



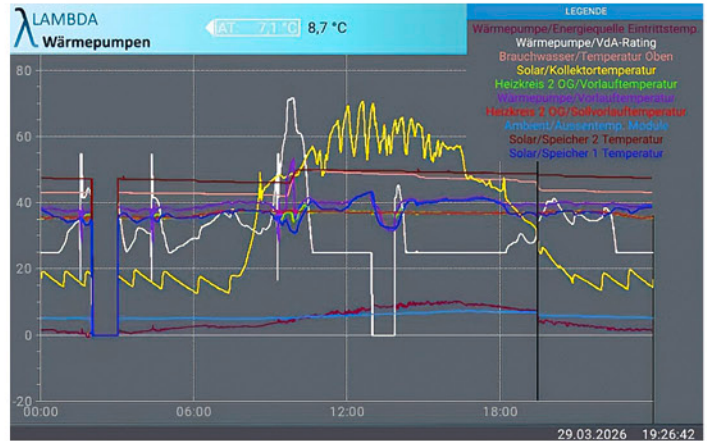
Die Skizze verdeutlicht den Aufbau des Schichtenspeichers.

nötig oft nach. Wird der Fühler für den Heizkreis weiter nach unten gesetzt, vergrößert sich das Volumen des Speichers für die Heizung, was zu längeren Laufzeiten der Wärmepumpe und weniger Takten führt und somit die Effizienz steigert.

Ist der Temperaturfühler für die Warmwasserbereitung der heißesten Zone des Speichers positioniert, wird nur dieser Bereich auf hohe Temperaturen geheizt, während der untere Bereich kalt bleibt. Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus dem großen Speichervolumen von 900 Liter gegenüber zuvor 550 Liter. Die Wärmepumpe muss Warmwasser nur noch einmal täglich erzeugen, was die Taktung reduziert und die Jahresarbeitszahl verbessert.

Monitoring und energetische Bewertung

Die Monitoringdaten zeigen die Interaktion zwischen Solarthermie und Wärmepumpe. Im Tagesverlauf steigt die Kollektortemperatur insbesondere in den Mittagsstunden Ende März auf Werte von etwa 60 bis 70 Grad Celsius an. Gleichzeitig bleiben die Vorlauftemperaturen der Heizkreise im niedrigen Bereich stabil. Dies bedeutet, dass die Solarthermie aktiv Wärme in das System einspeist und die Wärmepumpe entlastet. In diesen Phasen reduziert sich die elektrische



Auf dem Monitoring-Screenshot der Wärmepumpenregelung sind die sich überlagerten Temperaturverläufe mehrerer Systemkomponenten über einen Tageszeitraum zu sehen.

- Leistungsaufnahme der Wärmepumpe deutlich oder sie schaltet zeitweise vollständig ab. Energetisch lässt sich dies wie folgt interpretieren:
- ▶ direkte Substitution von Wärmepumpenarbeit durch Solarenergie
 - ▶ Reduktion des Temperaturhubs der Wärmepumpe
 - ▶ Verbesserung der Jahresarbeitszahl

Die Kombination mit einer Photovoltaikanlage verstärkt diesen Effekt, da ein Teil des verbleibenden Strombedarfs eigenständig gedeckt wird. Die Abbildung oben zeigt den Monitoring-Screenshot der Wärmepumpenregelung mit überlagerten Temperaturverläufen mehrerer Systemkomponenten über einen Tageszeitraum. Dargestellt sind unter anderem die Kollektortemperatur der Solarthermieanlage, die Vorlauftemperatur der Wärmepumpe, die Soll- und Istwerte der Heizkreise sowie verschiedene Speichertemperaturen. Die farblich codierten Kurven ermöglichen eine gleichzeitige Analyse der thermischen Interaktion zwischen den einzelnen Systemkomponenten.

Auffällig ist der deutliche Anstieg der Kollektortemperatur im Tagesverlauf (gelbe Kurve), insbesondere im Zeitraum um die Mittagsstunden, wenn Temperaturen von 70 Grad Celsius erreicht werden. Gleichzeitig bleibt die Vorlauftemperatur der Wärmepumpe vergleichsweise stabil zwischen 35 und 45 Grad Celsius (blaue Kurve). Diese Differenz zeigt, dass die Solarthermieanlage in den sonnenreichen Phasen aktiv Wärme auf einem höheren Temperaturniveau bereitstellt und in den Speicher einspeist. Dadurch wird die Wärmepumpe entlastet, da sie weniger Energie für Warmwasser und Heizung bereitstellen muss. Insgesamt verdeutlicht die Darstellung die effektive Zusammenarbeit von Solarthermie und Wärmepumpe sowie die Bedeutung einer funktionierenden Schichtung im Speicher für einen effizienten Anlagenbetrieb.

Das dargestellte Projekt zeigt, dass hohe solare Ausnutzungsgrade im Gebäudebestand vor allem durch eine optimierte Speicherhydraulik erreicht werden können. Somit belegt es, dass Solarthermie auch in modernen Wärmepumpensystemen eine zentrale Rolle spielen kann – insbesondere, wenn die Systemintegration konsequent auf niedrige Temperaturniveaus und stabile Schichtung ausgelegt ist.

Markus Leeb

Markus Leeb ist Geschäftsführer des österreichischen Speicherherstellers Link3. www.link3.at