

# WÄRMEPUMPE UND FOTOVOLTAIK MIT WASSERSPEICHER UND GEBÄUDEMASSENAKTIVIERUNG ALS THERMISCHE BATTERIE

Alexander THÜR<sup>1</sup>, Toni CALABRESE<sup>1</sup>, Wolfgang STREICHER<sup>1</sup>

## Regelstrategien zur PV-Eigenverbrauchssteigerung

Im Rahmen des Projektes TheBat – „Die Thermische Batterie im Smart Grid in Kombination mit Wärmepumpen – eine Interaktionsoptimierung“ wird an Hand von Simulationsstudien mit TRNSYS untersucht, wie in optimaler Weise eine Wärmepumpe gekoppelt mit einer Fotovoltaikanlage hydraulisch als auch regelungstechnisch in ein Gebäude integriert werden kann.

Die Sole-Wärmepumpe kann mit drehzahlgeregeltem Kompressor leistungsgeregelt betrieben werden bzw. besteht die Möglichkeit einen Enthitzer für die Warmwasserbereitung zu nutzen. Als thermischer Energiespeicher besteht die Möglichkeit einen Wasserspeicher als Pufferspeicher für die Heizung bzw. für die Warmwasserbereitung sowie die Gebäudemasse in Form des Heizestriches bzw. einer Betonkernaktivierung zu nutzen. Die Wärmepumpe ist elektrisch angetrieben und wird einerseits vom öffentlichen Netz als auch von einer hauseigenen Fotovoltaikanlage versorgt.

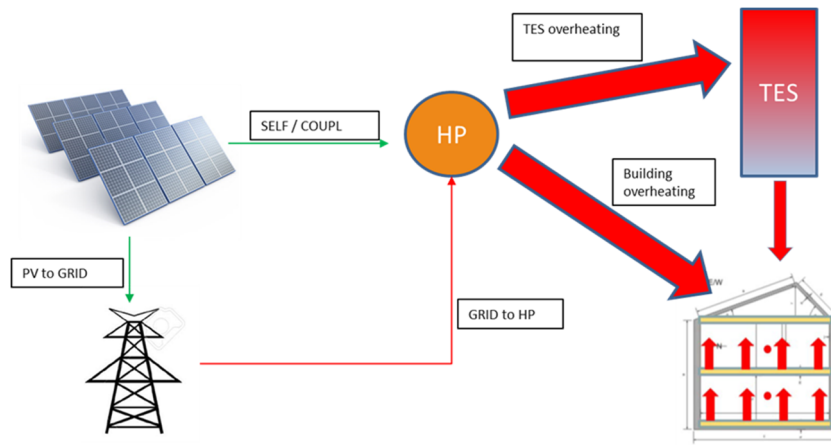


Abbildung 1: Energieflüsse für Elektrizität (PV Strom: grün, Netzstrom: rot) und Wärme (dick rot)

Als Gebäude werden Referenzgebäude der IEA SHC Task44 verwendet, welche zu einem Einfamilien-Passivhaus (RES15), Einfamilien-Niedrigenergiehaus (RES45) sowie einem kleinen Bürogebäude (OFF45) in Niedrigenergiebauweise angepasst wurden. Die Gebäude werden mit Wärme für Heizung und Warmwasser bzw. das Büro auch mit Kühlenergie versorgt.

Ziele der Optimierung sind die Minimierung des Stromverbrauches durch die Wärmepumpe aus dem öffentlichen Netz, die Maximierung des Eigenverbrauches des durch die Fotovoltaikanlage erzeugten Stromes sowie bestmögliche Verlagerung des Stromverbrauches aus dem Netz in Zeitfenster mit niedrigen Stromkosten. Die Speicherkapazitäten werden variiert durch die Kombination verschiedener Volumina bzw. variabler Soll-Temperaturen des Pufferspeichers sowie durch Variation der maximalen Raumtemperaturen zur Aktivierung der Gebäudemasse. Die Leistung der Wärmepumpe kann Außentemperatur geführt, entsprechend der verfügbaren Fotovoltaik Leistung oder in Abhängigkeit des Strompreises geregelt sein.

In der Betriebsart SELF wird der zufällig zeitgleich erzeugte PV-Strom bewertet. Wenn PV-Strom in ausreichender Leistung (> 1kW) zur Verfügung steht, wird bei der Betriebsart TES der Wasserspeicher (500, 1000 bzw. 2000 Liter) bis zu 60°C überhitzt, bei BUI wird das Gebäude bis zu 26°C überwärmt und bei BUI+TES werden zuerst das Gebäude und dann der Speicher überwärmt.

<sup>1</sup> Universität Innsbruck, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften, AB Energieeffizientes Bauen, Technikerstraße 13, 6020 Innsbruck, Tel.: +43 512 507-63653, alexander.thuer@uibk.ac.at, www.uibk.ac.at/bauphysik

## Energie- und Betriebskostenvergleiche

Auf Basis von Jahressimulationen wurden Energie-, Wirtschaftlichkeits- und ökologische Analysen durchgeführt. Es kann gezeigt werden, dass für das Haus RES45 durch entsprechende Kopplungs-Regelkonzepte auch ohne Wettervorschau der Anteil solar erzeugter Wärme von 11 % (PV20) bzw. 18 % (PV40) im Standardfall (SELF) auf bis zu 61 % bzw. 88 % gesteigert werden kann.

Für das RES45 mit einer 20 m<sup>2</sup> PV-Anlage kann der Eigenverbrauchsanteil von 7 % im Referenzfall (SELF) auf bis zu 44 %, also um das über 6-fache, gesteigert werden. Der Anteil an Netzstromverbrauch kann dabei um bis zu 54 % reduziert, also mehr als halbiert werden. Bei einer doppelt so großen 40 m<sup>2</sup> PV-Anlage kann der PV-Eigenverbrauch von 6 % auf 36 % gesteigert bzw. der Netzstromverbrauch um bis zu 83 % reduziert werden.

Beispielhaft für das Gebäude RES45 (45 kWh/m<sup>2</sup> Heizbedarf bei 140 m<sup>2</sup> Heizfläche, 2175 kWh Warmwasser) ergeben sich jährliche Netto-Betriebskosten (Strombezugskosten von 0,18 EUR/kWh minus PV-Einspeisertrag von 0,05 EUR/kWh) wie in folgender Abbildung 2 dargestellt.

Eine Reduktion der Betriebskosten (Kompressor-Strom) um 52 % wird durch die 20 m<sup>2</sup> PV-Anlage (SELF 500) im Vergleich zu Referenzanlage ohne PV erreicht (von 420 auf 200 EUR).

Bei gleicher Anlage als Basis (Wärmepumpensystem plus PV-Anlage = SELF 500) kann aber zusätzlich nur durch optimierte Regelung unter Einbindung des Speichers eine Betriebskostenreduktion um 25 % (TES 500: von 200 auf 150 EUR) bzw. unter zusätzlicher Einbindung der Gebäudemasse eine Betriebskostenreduktion um 50 % (BUI+TES 500: von 200 auf 100 EUR) erreicht werden (mit nur doppeltem Speichervolumen von 1000 Liter sogar um 65 %: BUI+TES 1000, von 200 auf 70 EUR).

Mit einer 40 m<sup>2</sup> PV-Anlage ergeben sich bereits ab der Ausgangsvariante (SELF 500) Netto-Betriebseinnahmen (grüne Linie), die in diesem Beispiel bis zu 175 EUR pro Jahr betragen können.

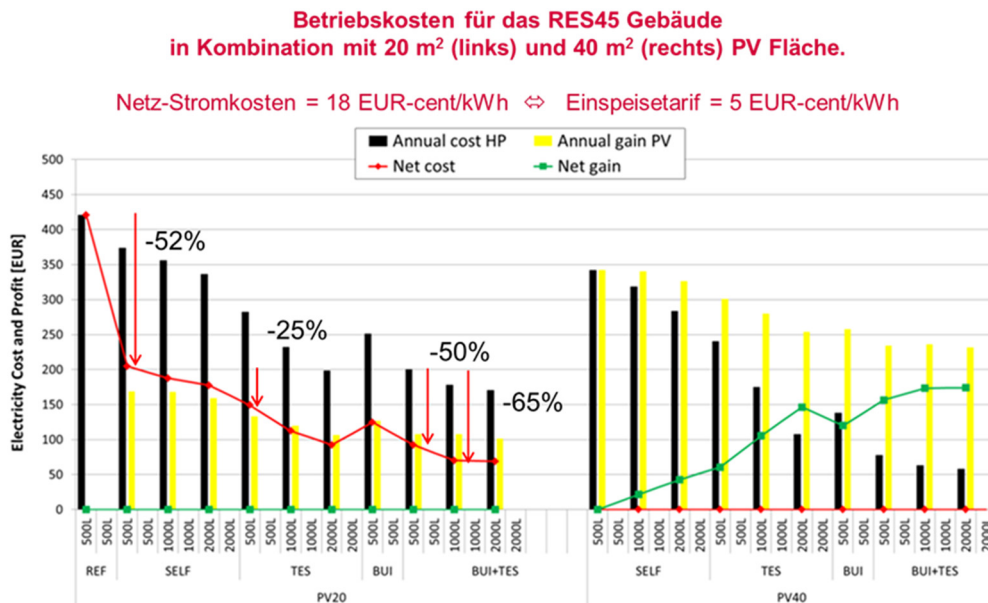


Abbildung 2: Potential zur Reduktion der Betriebskosten für das Niedrigenergiehaus RES45