



Fabio Lichtensteiger

Diplomand	Fabio Lichtensteiger
Examinator	Prof. Dr. Andreas Häberle
Experte	Dr. Elimar Frank, Frank Energy GmbH, Rapperswil SG, SG
Themengebiet	Energy and Environment
Projektpartner	Jenni Energietechnik AG, Oberburg bei Burgdorf, Bern

Wasserspeichervolumenreduktion in 100% solar beheizten Häusern Mittels einer über PV angetriebenen Wärmepumpe und Fundamentplattenaktivierung

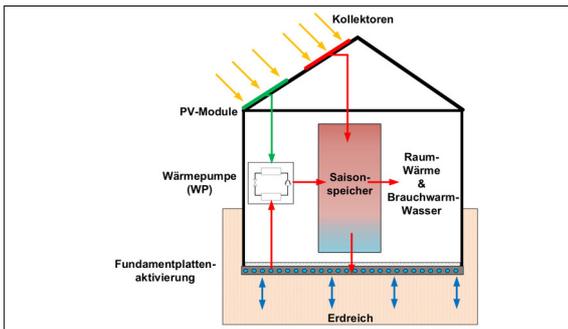


Abb. 1: Heizungssystem mit Fundamentplattenaktivierung zur autarken Wärmeversorgung eines Mehrfamilienhauses
Eigene Darstellung

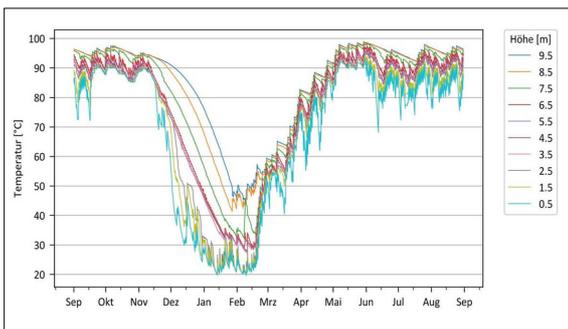


Abb. 2: Temperaturverlauf im Wärmespeicher des Systems mit WP, PV und Fundamentplatte
Eigene Darstellung

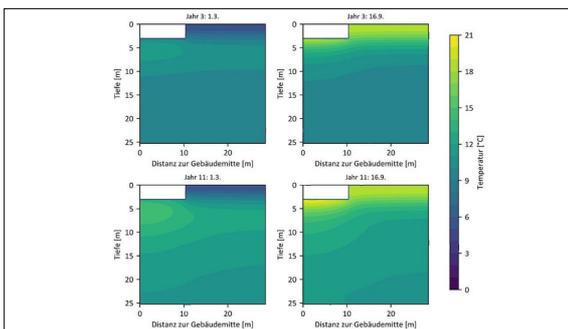


Abb. 3: Erdreichtemperaturen im 2. Jahr (oben) und im 10. Jahr (unten) jeweils im März (links) und September (rechts)
Eigene Darstellung

Aufgabenstellung: In der Schweiz wird 31 % des jährlichen Endenergieverbrauchs für das Heizen von Häusern und die Bereitstellung von Brauchwarmwasser verwendet, wobei 64 % dieser Wärme aus nicht erneuerbaren Quellen stammt (BFE, 2018). Die Firma Jenni Energietechnik baut solar beheizte Mehrfamilienhäuser, die sich selbst vollständig mit Wärme versorgen können. Dazu wird die von Solarkollektoren erzeugte Wärme in einem gebäudeintegrierten Wärmespeicher saisonal gespeichert. Das Ziel dieser Arbeit ist es, das benötigte Saisonspeichervolumen und Systemkosten durch Ergänzung des Systems mit einer Wärmepumpe (WP) zu reduzieren, welche ausschliesslich mit im Gebäude produziertem PV-Strom betrieben wird. Als Quelle für die Wärmepumpe soll die Fundamentplatte des Gebäudes verwendet werden. Im Winter wird Wärme aus dem Erdreich bezogen und im Sommer mit überschüssiger Solarwärme regeneriert. Somit stellt die Fundamentplatte und das umgebende Erdreich eine Erweiterung der Speicherkapazität dar, die günstig erschlossen werden kann.

Vorgehen: Es wurde ein Modell des Heizungssystems in TRNSYS (TRaNsient SYstem Simulation) erstellt und verschiedene Parametervariationen zur Auslegung der Fundamentplatte, sowie des restlichen Heizungssystems durchgeführt. Weiter wurde das Jenni Standard Sonnenhaussystem und eine Variante mit PV-gekoppelter Luft-Wasser-WP simuliert und die Ergebnisse miteinander verglichen. Die technisch realisierbaren Systeme wurden identifiziert und auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht. Zudem wurde das Langzeitverhalten der Fundamentplatte und des umgebenden Erdreiches über 10 Jahre untersucht.

Ergebnis: Bei Kombination der Fundamentplattenaktivierung mit einer 10 kW Wärmepumpe, 40 m² PV-Modulen (25 % Dachflächenanteil, 7.2 kWp) und 120 m² Kollektorfläche, konnte das Speichervolumen von 110 m³ auf 80 m³ reduziert werden (-20 %). Weil die PV-Anlage auch während Stillstandszeiten der WP elektrische Energie produziert, konnte der Bezug von Haushaltsstrom um 14 % reduziert werden. Bei der Verwendung einer Luft-Wasser WP muss das Erdreich nicht regeneriert werden, wodurch ein grösserer Anteil der Dachfläche mit PV-Modulen belegt werden kann. Eine optimale Auslegung wird in diesem Fall mit einer 20 kW WP, 80 m² PV-Fläche (50 % Dachflächenanteil, 14.4 kWp) und 80 m² Solarthermie erreicht. Das Speichervolumen konnte auf 99 m³ (-10 %) und der Stromnetzbezug um 30 % verringert werden. Die Wirtschaftlichkeit aller Varianten wird in der Arbeit verglichen. Sowohl aus wirtschaftlicher, wie auch aus technischer Sicht, ist die Erweiterung des Systems um WP und PV empfehlenswert. Nebst dem Speichervolumen lässt sich der Netzstrombezug des Gebäudes sowie die Stagnationsbetriebszeit verringern.

Frühestens Ende Winter 2020/2021 stehen Messdaten des modellierten Sonnenhauses zur Verfügung, mit denen das Modell weiter validiert werden kann. Zudem erlaubt das erstellte Modell die Untersuchung weiterer Fragestellungen, wie bspw. die Verwendung anderer Wärmequellen für die WP oder anderer Standorte.