



Diplomand Berchtold Mario
Dozent Prof. Dr. Wellig Beat
Projektpartner Nestlé S. A.
Experte Dr. Krummenacher Pierre
Themengebiet Energien, Fluide und Prozesse

Evaluierung und Optimierung des Einsatzes einer Wärmepumpe mit Schichtspeicher in einem Lebensmittelwerk

Ausgangslage

Nestlé hat sich selbst das Ziel der CO₂-Neutralität für 2050 gesetzt und will bis 2030 seine Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 2018 auf 50% senken. Die Nestlé S.A produziert am Standort Konolfingen (BE) hauptsächlich Milchpulver. Dort werden pro Jahr rund 92 Millionen Liter Milch verarbeitet. Die Herstellung ist dabei sehr energieintensiv. Für die Wärmebereitstellung wird hauptsächlich Erdgas und für die Kälteversorgung Kälteanlagen eingesetzt. Im vorhandenen Wärmeversorgungssystem wird seit Dezember 2022 eine Wärmepumpe mit 1.4 MW Wärmeleistung eingesetzt, welche Abwärme aus den Kälteanlagen nutzt und auf einem höheren Temperaturniveau bereitstellt. Im Wärmeversorgungssystem ist ebenfalls ein Schichtspeicher mit 130'000 Liter Inhalt verbaut. Dieser dient als Bedarfsausgleich des Wärmeangebots und der Nachfrage. Im Rahmen dieser Bachelor-Thesis wurde das Zusammenspiel zwischen der Wärmepumpe und dem Schichtspeicher im Wärmeversorgungssystem untersucht, sowie Optimierungsmassnahmen vorgeschlagen.

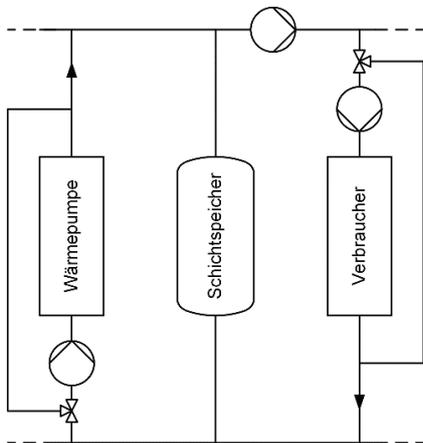


Abb. 1: Prinzipschema Wärmepumpe und Schichtspeicher in einem Wärmeversorgungssystem

Vorgehen

Nach der Einarbeitung in Wärmepumpen und Schichtspeichersystemen wurde der Ist-Zustand mittels Prozess-Daten, Schemas und Besichtigungen analysiert. Dabei wurden Prozessdaten in Minutenintervallen für den Zeitraum Februar 2023 bis November 2023 mit Python ausgewertet. Der Ist-Zustand des Wärmeversorgungssystem und der Wärmepumpe ist in Abb. 2 dargestellt. Die Saisonalität des Wärmeversorgungssystem resultiert aus der in das Netz integrierten Gebäudeheizung.

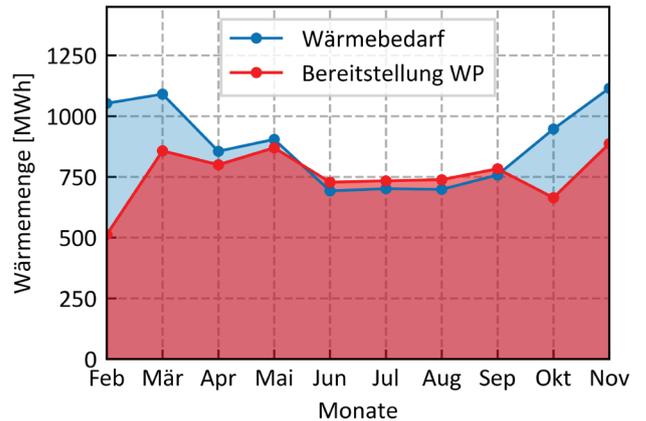


Abb. 2: Wärmebedarf des Wärmeversorgungssystem und Bereitstellung Wärmepumpe (WP) im Jahr 2023

Ergebnis

Die Wärmepumpe konnte im Betrachtungszeitraum 1'400 t CO₂ einsparen und ungefähr 3/4 des Jahreswärmebedarfs im Wärmeversorgungssystem abdecken. Dabei ist durch Softwareoptimierung an der Quelle der Wärmepumpe ein weiteres Einsparpotenzial von 50 t CO₂ möglich. Durch die optimierte Speicherladezustandsberechnung kann 13% mehr Speicherinhalt genutzt werden. Dies führt in den Frühlings- und Herbstmonaten zu einer höheren Wärmeversorgung durch die Wärmepumpe. Ebenfalls wurde eine Optimierung der Wärmepumpenregelung vorgeschlagen. Dadurch kann die Anzahl der Ein- und Ausschaltvorgänge der Wärmepumpe reduziert und deren Lebensdauer erhöht werden. Auch wurde das Potential einer Wärmepumpenvergrößerung betrachtet, dargestellt in Abb. 3. Dabei können, durch die Vergrößerung der Wärmepumpe, weitere Treibhausgasemissionen eingespart werden.

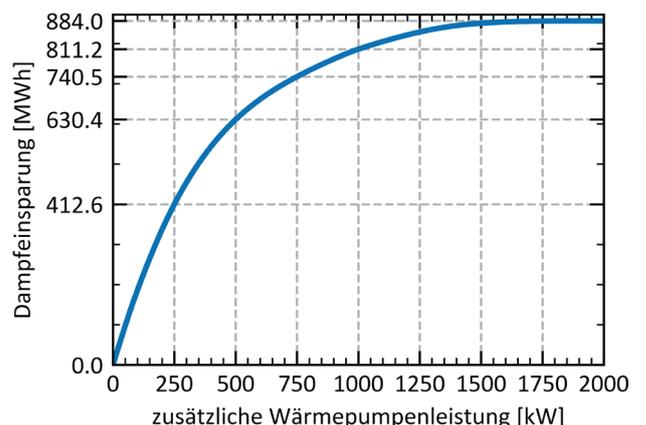


Abb. 3: Dampfeinsparung in Abhängigkeit der zusätzlicher Wärmepumpenleistung