

A U F G A B E N S T E L L U N G

Masterarbeit

Modellierung und Simulation von Wärmepumpen für saisonale Wärmespeicher

Ungefähr die Hälfte des deutschen Endenergieverbrauches entfällt auf die Erzeugung von Prozesswärme, Raumwärme und Warmwasser. Vor diesem Hintergrund avanciert die Wärmeversorgung zu einem wichtigen Pfeiler für den Erfolg der Energiewende in Deutschland. Eine Möglichkeit zur Speicherung von thermischer Energie bieten große Wärmespeicher. Derzeit werden die meisten thermischen Speicher mit Abwärme aus industriellen Prozessen gespeist. Sie bieten aber auch die Möglichkeit, solarthermisch gewonnene Energie aus den Sommermonaten zur Wärmebereitstellung im Winter zu speichern. So können sie eine wichtige Rolle in der Dekarbonisierung des Wärmesektors spielen. Sensible thermische Wärmespeicher werden hauptsächlich mit Wasser als Speichermedium betrieben. Das Wasser wird z.B. oberirdisch erwärmt und anschließend unterirdisch gespeichert. Die Güte der Speichertechnologie hängt maßgeblich von den auftretenden Speicherverlusten ab. Sowohl Ein- als auch Ausspeisung des Wassers sind langfristige kontinuierliche Prozesse, welche in der Regel jeweils ein halbes Jahr andauern. Bei der Umstellung von Be- zu Entladung wird der Kreislauf umgedreht und durch die heiße Bohrung wird nun Wasser nach oben befördert. Zu Beginn der Entladung entspricht die Wassertemperatur daher also genau der Temperatur beim Einspeichern. Mit zunehmender Zeit sinkt diese Temperatur im Speicher jedoch ab.

Wärmespeicher werden oft zur Unterstützung von lokalen Fernwärmenetzen verwendet. Da die Speichertemperatur aber in der Regel unterhalb der Vorlauftemperatur des Wärmenetzes liegt, ist eine zusätzliche Erwärmung notwendig. Für diese Erwärmung bieten sich Wärmepumpen an, die jedoch sehr flexibel auf die sich ändernden Bedingungen im Wärmespeicher (Wärmequelle) als auch in der Wärmesenke reagieren, z.B. wenn bei kalter Witterung die Vorlauftemperatur im Wärmenetz weiter angehoben wird. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll zunächst recherchiert werden, welche Wärmepumpentypen mit welchen Kältemitteln geeignet sind, diese flexiblen Randbedingungen zu bedienen bzw. welche Einschränkungen sich daraus ergeben. Danach ist eine geeignete Auswahl zu treffen und eine (oder mehrere) Wärmepumpen sind mit dem Simulationsprogramm ASPEN Plus® zu modellieren und der Betrieb in Abhängigkeit von der Kältemittelwahl und der Betriebsparameter mittels Simulationsrechnungen zu bewerten. Das Verhältnis von der in den Heizkreis abgegebenen Wärmeleistung zur zugeführten elektrischen Verdichterleistung wird als Leistungszahl (COP) bezeichnet, damit soll eine energetische Bewertung des in den Wintermonaten variablen Betriebes vorgenommen werden.

Die Arbeit ist gemäß den einschlägigen Normen und den Vorgaben des Lehrstuhls für Energietechnik anzufertigen. Dabei sind die formalen Richtlinien zur Erstellung wissenschaftlicher Arbeiten zu beachten. Es wird erwartet, dass alle verwendeten Daten und Methoden nachvollziehbar dokumentiert werden, die Ergebnisse wissenschaftlich fundiert und strukturiert dargestellt werden und alle verwendeten Quellen und Hilfsmittel korrekt zitiert werden.