



Diplomand Eicher Claudio
Dozent Prof. Dr. Worlitschek Jörg
Projektpartner Cowa Thermal Solutions AG
Experte Dr. Lieball Kai
Themengebiet Energien, Fluide und Prozesse

Auslegung des Latentwärmespeichermoduls Compact Cell

Ausgangslage

Der Anteil an Sonnenenergie in der Schweiz nimmt immer mehr zu. Im Jahr 2021 wurde gemäss dem Bundesamt für Energie ein Zuwachs von 43 % im Photovoltaikbau gemessen. Das Problem ist jedoch, dass Energie am Tag produziert, aber mehrheitlich in der Nacht gebraucht wird. Die Cowa Thermal Solutions AG hat sich zum Ziel gesetzt, das Heizen und die Brauchwarmwasseraufbereitung nachhaltig zu gestalten. Sie will dies ermöglichen in dem sie einen latenten Wärmespeicher mit einem Phasenwechselmaterial (PCM) herstellt. In einem PCM kann mehr Energie gespeichert werden als in einem konventionellen sensiblen Wasserwärmespeicher. Somit ist ein Latentwärmespeicher ein idealer Speicher für das Aufheizen von Brauchwarmwasser.

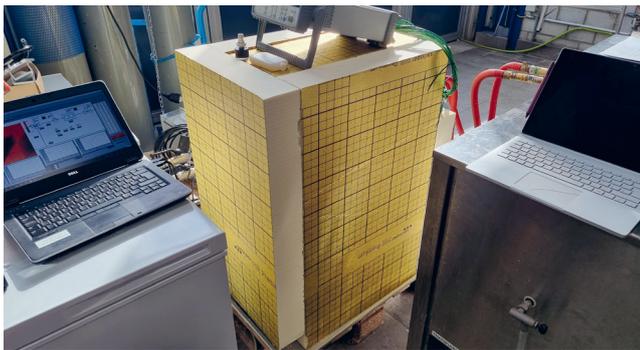


Abb. 1: Die Compact Cell Version 1, eingepackt in das Dämmmaterial PIR

Seit Januar 2022 entwickelt Cowa Thermal Solutions AG ein kompaktes Latentwärmespeichermodul für die Aufbereitung von Trinkwarmwasser. Ein Prototyp, zu sehen in Abb. 1, wurde bereits ausgelegt, gefertigt und getestet und der proof-of-concept konnte erreicht werden. Dieser Prototyp hat ein linear verschalteter Wärmeübertrager. Ziel dieser Arbeit ist es ein zweiter Prototyp, welcher einen diagonal verschalteten Wärmeübertrager hat, zu bauen und zu testen. Dazu wird eine umfangreiche Messkampagne durchgeführt in welcher beide Zellen miteinander verglichen werden. Zusätzlich soll ein theoretisches Modell entwickelt werden.

Vorgehen

Zu Beginn der Arbeit werden die theoretischen Grundlagen zu Latentwärmespeichern erarbeitet. Während dem Erlernen der theoretischen Grundlagen werden Experimente mit der vorhandenen Compact Cell durchgeführt. Dabei wird der Speicher mithilfe eines Thermostats erwärmt und danach bei vorgegebenem Massenstrom und Ausgangstemperatur entladen. Somit ergeben sich diverse Profile, welche dann in

einem nächsten Schritt mit den Profilen der zweiten Compact Cell (CC) verglichen werden können. Dadurch sollte erkennbar sein, welche der beiden Compact Cells effizienter ist. Zu guter Letzt soll ein Programm erarbeitet werden, mit welchem die Dimensionen des Wärmeübertragers annäherungsweise errechnet werden können.

Ergebnis

Wie sich herausstellt, ist die zweite Version der Compact Cell weniger effektiv im Bereich der Wärmeübertragung und der Wärmespeicherung. Je dicker die Schicht des PCMs wird, desto schlechter wird die Wärmeübertragung. Somit kann die Energie des flüssigen PCMs nicht effizient genutzt werden. Da die zweite Version eine grössere Distanz zwischen dem Lade- und Entladekreislauf hat, ist die Wärmeübertragung schlechter als in der ersten Version. In Abb. 2 erkennt man den Erstarrungsprozess. Sobald der Entladekreislauf komplett erstarrt ist, was im Bild ganz rechts zu sehen ist, nimmt der Wärmedurchfluss drastisch ab. Die Distanz zwischen den Kreisläufen in der ersten Version ist geringer, somit kann die benötigte Energie länger abgegeben werden.

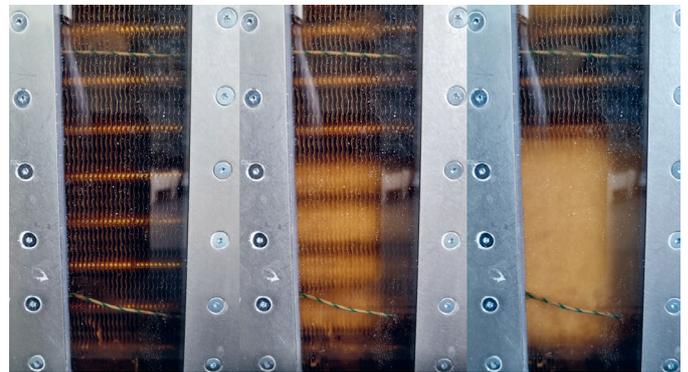


Abb. 2: Ein Ausschnitt der Compact Cell Version 2 in verschiedenen Stadien des Phasenwechsels

Das Simulationsprogramm kann die übertragene Wärme auf ungefähr $\pm 5\%$ genau berechnen und somit genutzt werden, um die Compact Cell auszulegen. Der Cowa wird empfohlen zum Design der ersten Compact Cell zurückzukehren. Die lineare Verschaltung hat den Nachteil, dass ein grösseres Totvolumen entsteht. Dieses kann jedoch verringert werden in dem man den Wärmeübertrager anders in der Zelle orientiert. Dazu wird empfohlen weiter am Simulationsprogramm zu arbeiten. Mit mehr Zeit und Implementierung von NOMAD, einer Blackbox Optimierungssoftware, könnte ein effizienteres Simulationsprogramm entwickelt werden, welches die notwendige Anzahl von Prototypen verringern kann.